

73



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**DISEÑO DE UNA MAQUINA MEZCLADORA  
AMASADORA DE MASA PARA TAMAL**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
( A R E A M E C A N I C A )**

P R E S E N T A N :

**CAMILO SORIANO ALFARO  
JESUS ORTIZ BERNAL  
PEDRO CALDERON QUINTANAR**



DIRECTOR DE TESIS:  
M. I. LEOPOLDO GONZALEZ GONZALEZ

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **Agradecimientos:**

***A la Universidad Nacional Autónoma de México, por otorgarnos el mejor regalo que se le puede dar a un ser humano: Formación y Educación.***

***A la Facultad de Ingeniería, porque en ella aprendimos que la belleza de la naturaleza no solo radica en su apariencia, sino en comprender su funcionamiento.***

***A Leopoldo González González, por permitir ser nuestro director de tesis, por su gran paciencia y aun mayor tolerancia, así como a su gran amistad.***

***A todos los Profesores que nos impartieron cátedra, por toda su dedicación y entrega.***

***A Dios Por el Universo mismo y porque todas las pruebas que impone tienen una razón de ser.***

***A Compañeros y Amigos con quien hemos compartido la vida en las aulas y fuera de ellas.***

***Y a todas aquellas personas que hicieron posible la realización de este trabajo.***

## ***Dedicatorias.***

*A mi Madre:*

*Marcolina Alfaro Vda. De Soriano. Por Todas esas preocupaciones, y cuidados (que nunca alcanzare a pagar), por darme la vida, por el sacrificio y dedicación de toda la vida, por la fuerza y temple que requirió para sacar a la familia adelante y finalmente por ser la mejor Mamá del planeta.*

*A mis Hermanos:*

*Gilberto, Martín, Raúl, Mari Cruz y Jorge Ignacio (†), Juan Pablo y Felipe. Por ser además de hermanos, unos excelentes amigos, cómplices y críticos, por ser la familia que somos.*

*A mi Padre:*

*Inocencio Ignacio Soriano Paldana (†). Porque aun después de tantos años su recuerdo perdurara para toda la vida.*

*A mis Sobrinos:*

*Froings, Iván, Jorge, Martín, Gilberto. Por ser tan insoponables y darle a mi vida un sabor diferente cada día.*

*A mis Amigos:*

*José, Pedro, Efraín, B.J., Abel, Hector B., Bombano, Du Obai, y a todos los que en este momento no logro recordar. Por toda su ayuda desinteresada, por todos esos momentos compartidos, por sus malos chistes y por hacerme sentir siempre como un hermano.*

*A Mami P. Por que tu recuerdo lo tengo presente en todos los actos de mi vida.*

*Y a todas las personas que influyeron en mí, para lograr ser la persona que Soy.*

**Camilo Soriano Alfaro.**

*A mis Padres:*

*Raymundo Ortiz Vargas y Susana Bernal de Ortiz;*

*Por tantos esfuerzos que han realizado para darme este precioso regalo para toda mi vida: mi educación.*

*Por tantos momentos que he disfrutado con ellos y principalmente por los consejos y regaños que he aprendido a valorar.*

*Por que la única manera de poder recompensar un poco de lo tanto que me han dado, es obsequiarles estas palabras y este trabajo, que he realizado con tanto interés y esfuerzo; pensando en darles la satisfacción de ver el fruto que durante tantos años han sembrado y que finalmente están empezando a cosechar.*

*A mis Hermanos:*

*Paco y Marisol;*

*Por ser mis mejores amigos y servirme de inspiración para realizar cosas que nunca hubiera podido realizar sin su ayuda.*

*A mis Amigos:*

*Francisco Morales, Gerardo (Bam - Bam), Camilo (cañado), Pedro, y a todos los demás con los cuales compartí mi vida en la universidad.*

*A toda mi Familia:*

*Por su apoyo, comprensión, y sentido del humor, en especial a mi abuelo Luis por ser un gran tipo con sus nietos.*

*Jesús Ortiz Bernal.*

*"Dadme un punto de apoyo y  
podré mover la tierra"  
Arquímedes (287-212 AC.)*

*A mis queridos padres:*

*Pedro Calderón Vilchis  
Paula Quintanar Ferrero*

*Por darme un ejemplo de honradez y rectitud  
Por no escatimar esfuerzo alguno y sacrificar gran  
parte de su vida en formarme y educarme  
Porque jamás podré pagar esa gran deuda que tengo por  
sus sabios consejos, apoyo, comprensión y desvelos ni con la  
riqueza mas grande del mundo.*

*A mi hermana:*

*Claudia*

*Por ser mi confidente y amiga  
Por todos aquellos momentos compartidos  
Porque siempre ha creído en mí  
Y por supuestos, sus consultas gratis*

*A Antonio Zepeda Sánchez*

*Por su apoyo y facilidades otorgadas*

*A mis amigos Jesús, Camilo, Chas, Baumbau, Facbo, Vivahdo, Lázaro  
(y tantos otros que por falta de espacio no menciono).*

*Por ser como son.*

*Y a todos aquellos que contribuyeron o por lo menos no interfirieron en  
la realización de esta meta.*

*Pedro Calderón Quintanar.*

**DISEÑO DE UNA MÁQUINA**  
**MEZCLADORA-AMASADORA DE**  
**HARINA PARA TAMAL**

# ÍNDICE

## ANTECEDENTES

## INTRODUCCIÓN

### 1.- TEORIAS DE AMASADO Y MODELOS MATEMÁTICOS

1. Propiedades de las materias primas
2. Ingredientes principales de la masa de harina para tamal
3. Teoría de mezclado-amasado

### 2.- INVESTIGACIÓN DE PATENTES Y EQUIPOS COMERCIALES DISPONIBLES

1. Patentes Nacionales
2. Patentes Internacionales
3. Equipos comerciales disponibles en el mercado

### 3.- PLANTEAMIENTO DE LA NECESIDAD Y DISEÑO CONCEPTUAL

1. Planteamiento de la necesidad
2. Especificaciones de diseño
3. Caja Negra
4. Proceso técnico
5. Sistemas funcionales
6. Generación de conceptos

### 4.- DISEÑO DE DETALLE

1. Análisis dimensional y semejanza
2. Parámetros cuantificables en el banco de pruebas
3. Fabricación del banco de pruebas
4. Método de experimentación
5. Resultados para el banco de pruebas
6. Análisis de resultados de la experimentación
7. Memoria de cálculo
8. Materiales para el contenedor, agitador y los ejes
9. Configuración del prototipo

## **5.- PROTECCIÓN INDUSTRIAL**

1. Información general
2. Procedimiento para solicitud de registro de patente para la máquina mezcladora-amasadora de harina de masa para tamal.

## **6.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **REFERENCIAS**

### **BIBLIOGRAFÍA**

### **ANEXOS**

1. Propiedad industrial
2. Formato para solicitud de investigación internacional

## **ANTECEDENTES.**

La historia de un pueblo sedentario está estrechamente vinculada al cultivo de un producto agrícola. En el caso de México es el maíz, el cual, se extiende desde el norte de nuestra actual geografía política hasta el centro de Sudamérica. El maíz ha sido el alimento fundamental de sus habitantes y con frecuencia, incluso, moneda indígena. De alguna manera esta gramínea ha sido factor de unidad cultural y económica entre los pueblos del continente.

El maíz (*Zea Mays*) es una gran planta herbácea tallo unico, erecto, dividido en entrenudos huecos, raíces fibrosas, fasciculadas, divididas en embrionales y adventicias, hojas acintadas pero anchas, envainadoras. Los frutos son carióspsides, brillantes, amarillos blancos o rojo oscuros, según la variedad, insertos en filas de 8-24. Sus granos son ricos en hidratos de carbono y grasas, pero deficientes en proteínas.

La calidad y cantidad de su producción depende de factores como: fertilidad del suelo, clima, variedad cultivada etc. Es una planta alimenticia y de aplicación industrial.

En el sector alimentario principalmente se utiliza el cereal fresco (elote en México) y para la industria los productos obtenidos de la molienda (maíz pelado, harina de maíz, féculas, etc.), así como su aceite.

En las refineras por medio de procesos húmedos, se extrae el almidón del grano; luego por procesos fisicoquímicos se obtienen productos derivados, como: glucosa, dextrina y dextrosa; además se logran otros subproductos como aceite (del embrión separado del grano) y gluten (conjunto de elementos que quedan como residuos de la refinería).

La industria de la fermentación obtiene una serie de productos tales como: alcohol etílico, butanol y acetona. El almidón del maíz se utiliza en la industria textil y papelera; las féculas y almidones más finos, como productos alimenticios; el aceite en la preparación de barnices, en jabonería y como comestibles, el gluten como alimento para los animales.

En el ramo alimentario, el maíz no solo se convierte en tortilla, se transforma en una amplia gama de variantes regionales: desde los tamales en sus cientos de tipos diferentes, hasta los panuchos y salbutes. En fin, este universo de productos del maíz va desde los totopos, las infladas, los bocoles, y chilaquiles, hasta un vasto repertorio derivado del maíz, que sería prolijo inventariar aquí. Existen en México no menos de 700 formas de consumir el maíz. Casi todas las maneras de comer este cereal implican un proceso previo de precocido llamado nixtamalización. Su fundamento y procedimiento no ha variado con los siglos.

Independientemente de que el nixtamal vaya a ser molido con agua y manipulado artesanalmente para producir masa, o con modernos métodos de secado en grandes instalaciones fabriles para producir harina, de cualquier manera, la nixtamalización es básicamente igual: consiste en remojar el maíz en agua caliente con cal de piedra viva o de polvo hidratada (cien partes de maíz por una de cal), substancia que al unirse al agua produce una reacción química exotérmica (genera calor) que ablanda la cutícula u hollejo (piel delgada) que cubre el grano; esto propicia que se aglutinen las partículas de la gramínea y que la consistencia y textura de las tortillas sea la adecuada.

El origen prehispánico de los tamales está documentado, sobre todo por Fray Bernardino de Sahagún<sup>1</sup>, quien ofrece un verdadero recetario al respecto. Muchos de los tamales que consigna, tenían un carácter ritual y abundan los que se vinculaban a ritos funerarios, costumbre heredada hasta la actualidad. Las ofrendas que aun se hacen en pueblos de los estados de Michoacán, México, Puebla, del Valle de México y otras regiones del país, contienen diversos alimentos, y entre ellos destacan los tamales.

Los tamales es un platillo típicamente mexicano, se puede considerar que forma parte de la dieta diaria de los mexicanos. Es común que en cualquier pueblo exista un lugar donde vendan tamales, también es típica su venta en las afueras de las fábricas, industrias y escuelas, acompañados de una telera para hacer una "deliciosa torta" y de un atole o champurrado bien caliente. Y que decir del 2 de febrero día de la candelaria, celebración de mucho arraigo e

---

<sup>1</sup> Fraile evangelizador e historiador durante la conquista de México.

importancia dentro de las creencias religiosas de los mexicanos donde por costumbre se elaboran cientos de tamales para conmemorarlo.

Por tamal (que viene del náhuatl tamalli) entendemos un alimento con base en la masa de maíz, relleno de diversos ingredientes, envuelto a manera de paquete en hojas vegetales, para posteriormente ser cocido.

La elaboración de los tamales podemos considerarla como fácil pero es un proceso muy laborioso, sobre todo por el número de rellenos que se emplean así como por el número de piezas. En gran parte, el secreto de un "buen tamal" se debe a la calidad de la masa, pues es la que le da la consistencia, aunque también tiene su importancia el relleno que se le ponga. La ventaja de hacerlos en casa es el sabor "diferente" a los comerciales y a que generalmente el relleno es generoso.

Los tamales en hoja de mazorca, más generalizados son los verdes (con salsa de tomate y carne de puerco), de mole poblano con carne de guajolote, los dulces color de rosa con pasitas, y los de elote tierno, que también son dulces. En el género de los envueltos en hoja de plátano, destacan los oaxaqueños de mole negro y los costeños con salsa de jitomate. La variedad de los tamales es tan rica como la imaginación o el antojo lo permitan.

La creciente industrialización de casi todas las actividades artesanales, ha alcanzado distintos campos de la cultura de todos los pueblos, más aun si la demanda de tales productos amerita la aplicación de técnicas industriales, para alcanzar grandes volúmenes de producción. En particular, es notable la creciente industria de los productores de tamal, cuyos alcances están exentos de brechas sociales en su consumo.

En la elaboración de cualquier alimento, éste se somete a una combinación de manipulaciones y métodos de conservación con objeto de conseguir determinados cambios en la materia. Estos métodos, denominados operaciones unitarias, ejercen sobre el mismo un efecto específico que se puede identificar y predecir. Combinando distintas operaciones unitarias se obtiene un determinado proceso de elaboración. El tipo de operaciones unitarias que intervienen en el mismo, y su orden de intervención, determina la naturaleza del producto final.

En los países industrializados, el mercado de los alimentos elaborados está cambiando, hoy día el consumidor exige que los alimentos de este tipo se conserven a temperatura ambiente durante meses o cuando menos durante un periodo razonable que le permita almacenarlos sin tener que realizar alguna inversión extra. Los cambios en el estilo de vida y la difusión del uso de los congeladores y los hornos de microondas se han reflejado en el incremento en la demanda de alimentos de más cómoda preparación, adecuados para su almacenamiento en congelación, o conservables a temperatura ambiente durante algún tiempo. Existen también, por parte de algún sector de consumidores, una creciente demanda de alimentos más parecidos al alimento original (más saludables), preparados mediante métodos menos lesivos. Todas estas tendencias han influenciado en gran manera, los cambios que, en la actualidad, están teniendo lugar en la industria alimentaria.

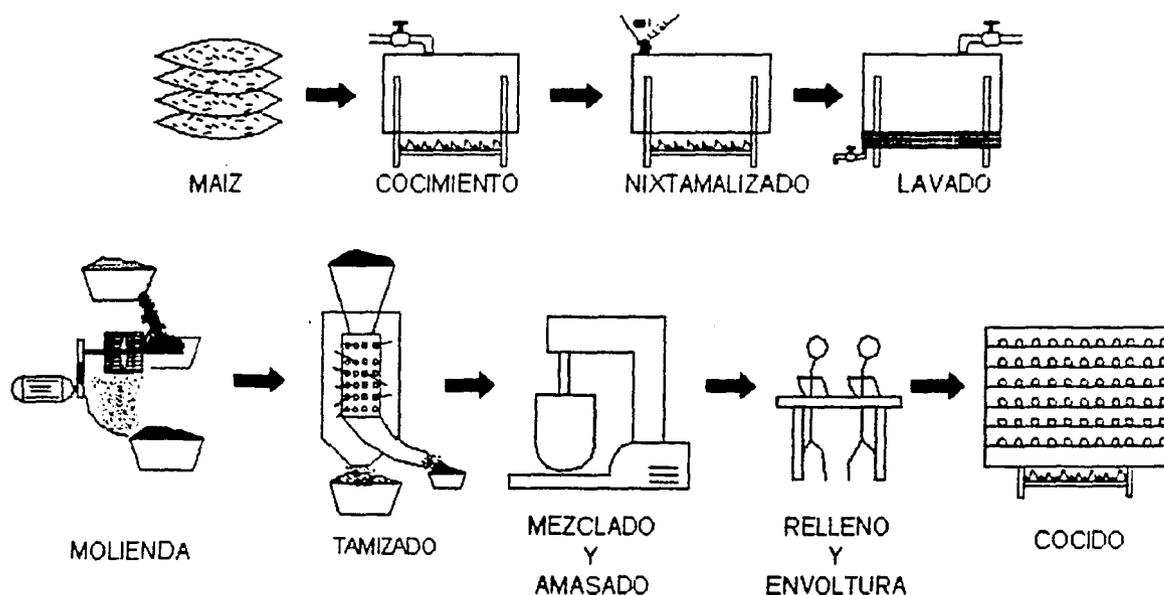
Hoy día, el objetivo de la industria alimentaria es cuádruple:

1. Prolongar el periodo en que el alimento permanece comestible (vida útil) mediante técnicas de conservación que inhiben el crecimiento microbiano y los cambios bioquímicos (lo cual permite disponer de mayor tiempo para su distribución y almacenamiento doméstico).
2. Aumentar la variedad de la dieta ampliando el rango de bouquet, colores, aromas y texturas (características conocidas globalmente como comestibilidad, calidad organoléptica o calidad sensorial). Un objetivo relacionado con éste, son los cambios de forma a los que algunos alimentos se someten para permitir su posterior elaboración.
3. Proporcionar los nutrientes necesarios para la conservación de la salud.
4. Generar beneficios.

Cada uno estos objetivos se persigue, en mayor o menor grado, en cualquier proceso de elaboración de productos alimenticios, así como los cambios registrados en la tecnología de elaboración de alimentos han sido determinados en parte sobre la calidad nutritiva y las características organolépticas del producto.

# INTRODUCCIÓN

Existen varios productores de tamales en el país, muchos de estos lo hacen por seguir la tradición, ya que es costumbre elaborarlos cuando hay alguna celebración. Por su demanda, hay pequeños productores que los hacen como negocio familiar vendiendo pocas cantidades y en menor número, donde el proceso es 100% manual; por otro lado, están los grandes productores que tienen el proceso productivo bien establecido teniendo su marca en el mercado competitivo, estos procesan mayor cantidad de materia prima, poseen canales y centros de distribución.



**Fig. 1.0**

“Diagrama de flujo para la elaboración de tamales”.

En el Figura 1.0, se muestra el proceso tradicional de elaboración de tamales: La primera parte consiste en la selección de la materia prima (maíz), el nixtamalizado, el molido y el tamizado, procesos que ya están estudiados y comercializados, el siguiente proceso y tema central de este trabajo de tesis, es el mezclado y amasado de los principales ingredientes del producto final. Cuando se habla de grandes volúmenes de producción, realizar este proceso demanda

grandes consumos de tiempo y energía, además de que desde un punto de vista de horas hombre, el proceso no sería rentable o dejaría un margen de ganancias muy cerrado. El proceso continúa con el dosificado, relleno según sea el caso y finalmente envolverlo y cocerlo.

La idea de realizar este proyecto surge a partir de que en el mercado ya se encuentran maquinarias para este proceso pero no son lo suficientemente flexibles para poder amasar las diferentes cantidades que se requieren, ya que la demanda del producto final es muy variable dependiendo de la época del año y del clima que impere, esto da como resultado que los pequeños productores que desean empezar a industrializar el proceso, tengan que comprar equipos de gran capacidad que al hacerlos funcionar con menores cantidades para las que fueron diseñados tengan fallas y baja la calidad en el amasado, así como mermas de los productos finales, reduciendo en suma la eficiencia total del equipo.

**Este proyecto tiene como objetivo principal proponer el diseño de una máquina Mezcladora-Amasadora que permita procesar diversas cantidades de materia prima dentro de un rango establecido sin que tenga efectos en su eficiencia, a partir de identificar y determinar las variables que influyen en el proceso de mezclado y amasado, así como generar una curva de comportamiento en la cual se ponderen los principales parámetros a variar para alcanzar las necesidades requeridas por el usuario.**

A fin de que esta tesis pueda ser consultada posteriormente, se considera importante incluir un capítulo que explica los tipos y modelos de mezclado. Como el proyecto es de aplicación industrial, se anexa también un capítulo donde se contempla una búsqueda minuciosa de equipos en el mercado, así como patentes registradas ante el IMPI<sup>2</sup>, de tal forma que se identifiquen los principales parámetros comerciales y especificaciones técnicas con las cuales se venden, además de restringir cuales de ellas inciden en el diseño. También se incluyen procedimientos para determinar las principales variables de diseño, a partir de las cuales se obtendrán las especificaciones de la máquina. Posteriormente, se detallan las características de fabricación de un banco de pruebas para agitadores y la descripción del procedimiento de pruebas

---

<sup>2</sup> Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial.

de estos para evaluar la eficiencia de los agitadores, dando una idea principal de la máquina así como los planos de conjunto del modelo propuesto. Finalmente, se anexa un capítulo completo con el procedimiento que debe seguirse para poder proteger legalmente una invención ante el organismo correspondiente, en este caso en particular el IMPI, a modo de manual de procedimientos, para permitir la fácil consulta del lector.



# **TEORIAS DE AMASADO Y MODELOS MATEMÁTICOS**

## **1.1 PROPIEDADES DE LAS MATERIAS PRIMAS**

Cualquier fabricante de alimentos requiere disponer de un suministro continuo de materias primas, en cantidad suficiente y con la calidad adecuada. En general, la adecuación para cualquier proceso de una materia prima alimentaria es determinada por la evaluación equilibrada de sus propiedades, como: disponibilidad; geometría, propiedades físicas, propiedades mecánicas, características térmicas, eléctricas, etc.

La importancia relativa de cada uno de los factores varía, por supuesto, con la materia prima, el proceso y el producto final a obtener.

Las propiedades más importantes para la selección de la materia prima son:

1. Propiedades geométricas: forma, uniformidad, ausencia de irregularidades, tamaño unitario, peso unitario.
2. Propiedades funcionales: sabor, defectos
3. Propiedades físicas: color, textura, viscosidad, densidad

### **Propiedades geométricas**

Los alimentos en general, de geometría regular son los más apropiados para los procesos mecanizados de alta velocidad. La forma, la uniformidad, la carencia de irregularidades superficiales y el tamaño son, por tanto, parámetros importantes para el proceso.

### Forma

Las relaciones dimensionales de un alimento son importantes, considerándolas en operaciones como el empaquetado y control del peso en el llenado y también para determinar como se comportan durante el transporte.

### Uniformidad

Es importante para el llenado de envases, el transporte, el tratamiento térmico, la congelación, la deshidratación y las operaciones de selección y clasificación.

### Carencia de irregularidades en la superficie

Evidentemente, la existencia de salientes o depresiones superficiales en las unidades (piezas) de los alimentos, plantean problemas en la limpieza y en las operaciones de procesado. La industria alimentaria consume relativamente mucha mano de obra y energía, y las materias primas constituyen una gran parte del costo de los alimentos procesados. Las imperfecciones superficiales eliminadas intencionalmente o durante el procesado, contribuyen de modo significativos a estos costos. Deberán, pues, seleccionarse o desarrollarse variedades específicas en las que se minimicen estos defectos

### Tamaño y peso de las unidades (piezas)

Existen dimensiones óptimas para cada proceso y es preciso que las materias primas cumplan las especificaciones. El calibrado puede contribuir al control del tamaño y el peso, pero las materias primas con exceso o defecto de peso o tamaño crean al fabricante problemas económicos.

## **Propiedades funcionales**

Una materia prima de funcionalidad ideal es aquella cuyo procesado permite obtener un producto de primera calidad, y una eficiencia de procesado máxima. Evidentemente, las propiedades funcionales exigidas a una materia prima varían con el proceso a que vayan a ser sometidas.

### Sabor

El sabor es, más que una propiedad, una cuestión de preferencia personal; cuando se lanzan productos a un mercado masivo, deben evitarse los sabores extremos. En algunos casos, el sabor de un alimento procesado es función de los aditivos más que de la materia prima. Como ejemplos, pueden citarse los jarabes fuertemente aromatizados, añadidos a algunas frutas enlatadas, y los hidrolizados de proteína y extractos de levadura, añadidos a las sopas de carne. En general, por tanto, las variedades seleccionadas para el procesado deberán proporcionar sólo sabores característicos del alimento, ni muy fuertes ni muy débiles.

### Defectos

Lo que afectan a la adecuación para el procesado son los siguientes defectos, la mayoría de los cuales se determinan por inspección visual y al tacto:

1. Deformidades y desigualdades geométricas.
2. Lesión mecánica, debida al impacto o abrasión.
3. Defectos de color.
4. Lesiones producidas por animales, hongos y otros microorganismos.
5. Contaminación por materias extrañas.
6. Defectos en textura o funcionales.
7. Inmadurez o madurez excesiva.

## **Propiedades físicas**

En la selección de las materias primas alimentarias, debe considerarse, además de las propiedades geométricas, las propiedades físicas. Entre ellas cabe citar el color y la textura. La viscosidad y la densidad tienen un papel importante para nuestro proceso por lo que reciben un análisis aparte aplicado a nuestras materias primas.

### Color

En los procesos a baja temperatura, son mínimos los cambios de color durante el procesado, por lo que el color de la materia prima es un índice razonable de su adecuación para estos procesos. En los procesos térmicos, en cambio, el color de la materia prima no constituye un índice de adecuación a los mismos.

### Propiedades de textura

La textura de las materias primas tiene una gran importancia. La primera condición a cumplir, al respecto, es que la materia prima resista el esfuerzo mecánico a la que es sometida durante las operaciones preparatorias. En segundo lugar, la materia prima debe resistir las condiciones de procesado y dar un producto final con la textura deseada.

## 1.2 INGREDIENTES PRINCIPALES DE LA MASA DE HARINA PARA TAMAL

La materia prima para nuestro proceso es la necesaria para la elaboración de masa de harina para tamal, las principales son las que se muestran en la tabla 1.1.

Modo de preparación	Tamal oaxaqueño	Tamales canarios	Tamal de hoja de elote	Tamales de elote	Tamales de mole	Tamal ranchero	Tamales chiapanecos
Harina para tamal		350 gr.				2 Kg	1 Kg
Granos de elote				7 elotes			
Masa fina para tortillas	4 Kg		1.5 Kg		1 Kg		
Harina de arroz		150 gr.					
Papa molida							½ Kg.
Polvos para hornear		2 cucharadas	1 cucharada				
Manteca de cerdo	1 Kg	100 gr.	250 gr.		250 gr.	1 Kg	¼ Kg
Mantequilla		50 gr.		120 gr.			
Caldo de pollo	1 lt.					2.5 lt.	1 lt.
Caldo de cerdo			100 ml.				
Sal	1 cucharada		1 cucharada	2 cucharada	2 cucharadas		
Azúcar				2 cucharada			
Agua					½ taza		

Tabla 1.1

“Ingredientes comunes para la elaboración de la masa de tamal”

En nuestro caso los ingredientes son los esenciales en la elaboración de tamales de hoja de maíz, es necesario contar con materias primas con el tamaño adecuado para permitir un mojado adecuado y de esta forma tener un tiempo de mezclado mínimo y el consumo de energía por el motor sea óptimo, también deben contar con un sabor y color adecuados para que sean agradables al gusto y al olfato.

De la tabla 1.1. se obtienen las proporciones base para la elaboración de la masa; elaborándola bajo las condiciones mencionadas en los recetarios. Las proporciones aplicadas y el orden en que se agregan, son las siguientes:

	Ingrediente.	Cantidad (Kg)	Proporción (%).
1	Harina de maíz para elaborar tamales	2.94	58.8
2	Manteca de cerdo	0.735	14.7
3	Caldos de carne.	1.105	22.1
4	Sal en solución (en un ¼ de litro)	0.22	4.4
		5	100

**Tabla 1.2**

“Proporciones y orden en que se agregan los de componentes de la Masa de harina para tamal.”

De acuerdo a la tabla 1.2 estas serán las proporciones que se utilizarán para la fabricación del banco de pruebas y para la propuesta de diseño de la máquina mezcladora-amasadora. Empleando los datos de la tabla 1.2 se calculan las principales propiedades físicas para la masa que son la viscosidad y la densidad.

La viscosidad ( $\eta$ ) del fluido de trabajo (masa de harina para tamal), es una propiedad de suma importancia ya que influye de gran manera en el diseño de la máquina Mezcladora-Amasadora.

Existen varias formas para determinar la viscosidad. De acuerdo a Parker[1] la forma experimental de estimar este valor es en base a las siguientes condiciones:

Se supone la caída libre de un cuerpo (perdigón metálico) dentro del fluido en estudio, conociendo los siguientes valores:

- 1.- Diámetro del perdigón de forma esférica: aprox. 19 mm.
- 2.- Densidad del material con el cual está fabricado el perdigón: Densidad del acero 8359.64 Kg/m<sup>3</sup>.
- 3.- Densidad del fluido en estudio: A determinar
- 4.- Tiempo que tarda el perdigón en recorrer una distancia marcada previamente. La distancia del recorrido será de 17 cm.

### **Procedimiento**

Para realizar este experimento se requiere de un recipiente cilíndrico con la longitud suficiente para que la velocidad (v) del perdigón se estabilice y con la ayuda de un cronómetro medir el tiempo (t) que tarda en recorrer esta distancia (d).

Para conocer la densidad del fluido es necesario tener un recipiente con un volumen (V) conocido para posteriormente pesarlo y saber la cantidad de masa que aloja este, utilizando la Ec. 1.1 , se obtiene el valor de la densidad ( $\rho_f$ ) de la masa de harina para tamal.

$$\rho_f = m/V \quad (1.1)$$

Donde:

$\rho_f$  = Densidad [Kg/m<sup>3</sup>]

m = Masa [Kg.]

V = Volumen [m<sup>3</sup>]

Suponiendo que se tiene un volumen de prueba  $V = 0.1 \text{ m}^3$ , el cual equivale a una masa  $m = 0.0875 \text{ Kg}$ . Valores que se sustituyen en la ec. 1.1 se tiene que **la densidad de la masa de harina para tamal es:**

$$\rho_f = 875 \text{ Kg/m}^3$$

Para realizar el ensayo donde se determina la viscosidad de la masa de harina para tamal; es necesario contar con un tubo transparente en posición vertical, el cual deberá contener el fluido de prueba.

El recipiente deberá tener dos marcas a partir de las cuales, con la ayuda de un cronómetro, se toman los tiempos que tarda el perdigón en recorrer cierta distancia previamente establecida. La figura 1.1 muestra el arreglo para poder determinar la viscosidad de la masa de harina para tamal.

Se debe tener cuidado de que la marca superior esté por debajo del nivel del fluido para permitir que la velocidad del perdigón se estabilice al momento de llegar a esta marca y empezar a tomar los tiempos de recorrido.

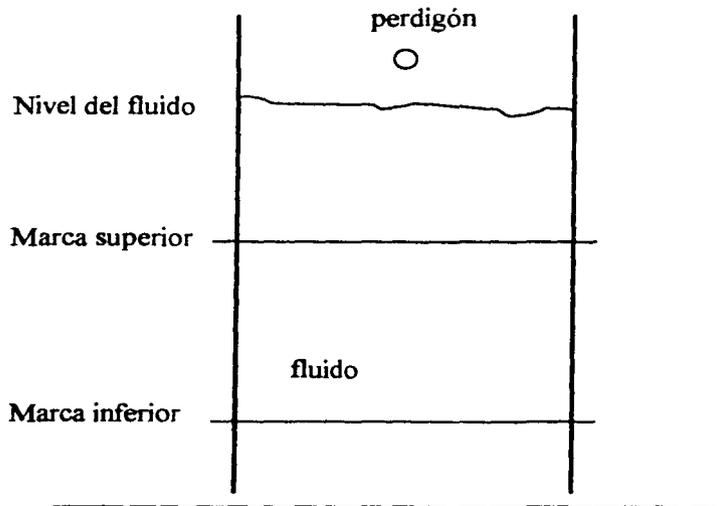


Fig. 1.1

“Arreglo para determinar la viscosidad de la masa de harina para tamal.”

Después de 10 ensayos los datos obtenidos se registran en la parte sombreada de la Tabla

1.3

Radio (m).	Desplazamiento (m).	Tiempo (s)	velocidad limite (m/s)	viscosidad (Kg/ms)
0.0157	0.17	25		
0.0157	0.17	27		
0.0157	0.17	33		
0.0157	0.17	30		
0.0157	0.17	31		
0.0157	0.17	34		
0.0157	0.17	32		
0.0157	0.17	34		
0.0157	0.17	33		
0.0157	0.17	30		
Promedio.				

Tabla 1.3

“Tabla de registro para el cálculo de la viscosidad de la masa de harina para tamal .”

Para determinar la velocidad limite, se considera, que el perdigón sumergido en un fluido se mueve bajo la acción de las siguientes fuerzas: el peso ( $W$ ), el empuje ( $E$ ), y la fuerza de rozamiento ( $F_r$ ) que es proporcional a la velocidad ( $v$ ) del perdigón, como se muestra en el diagrama de cuerpo libre de la figura 1.2

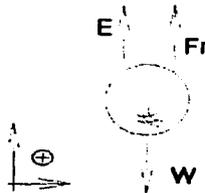


Fig. 1.2

“Diagrama de cuerpo libre.”

El peso ( $W$ ) es definido por el producto de la masa del perdigón ( $m$ ) por la aceleración de la gravedad ( $g = 9.78 \text{ m/s}^2$  a la altura de la Ciudad de México). La masa ( $m$ ) es el producto de la densidad del material del perdigón ( $\rho_e$ ) por el volumen de la esfera ( $V_e$ ), como se muestra en la ecuación 1.2.

$$W = mg = \rho_e V_e g = (\rho_e) \left( \frac{4 \times \pi \times r_e^3}{3} \right) (g) \quad (1.2)$$

Donde ( $r_e$ ) es el radio del perdigón.

De acuerdo con el principio de Arquímedes, el empuje ( $E$ ) es igual al producto de la densidad del fluido ( $\rho_f$ ) por el volumen ( $V_e$ ) del cuerpo sumergido y por la aceleración de la gravedad ( $g$ ) como se muestra en la ecuación 1.3.

$$E = \rho_f V_e g = (\rho_f) \left( \frac{4 \times \pi \times r^3}{3} \right) (g) \quad (1.3)$$

La fuerza de rozamiento ( $F_r$ ) es proporcional a la velocidad, y su expresión se denomina Ley de Stokes[2], ecuación 1.4

$$F_r = 6 \times \pi \times r \times \eta \times v \quad (1.4)$$

De acuerdo con el diagrama de cuerpo libre de la figura 1.2, la ecuación de movimiento será, por tanto:

$$\sum F_y = ma = mg - E - F_r \quad (1.5)$$

La velocidad del perdigón cambia a velocidad límite ( $v$ ) cuando la aceleración es igual a cero, es decir, cuando la resultante de las fuerzas que actúan sobre el perdigón son nulas. De acuerdo con la ecuación 1.5. y sustituyendo las ecuaciones 1.2, 1.3. y 1.4. se tiene:

$$mg - E = F_r \quad (1.5.1)$$

de modo que:

$$(\rho_e) \left( \frac{4 \times \pi \times r_e^3}{3} \right) (g) - (\rho_f) \left( \frac{4 \times \pi \times r^3}{3} \right) (g) = 6 \times \pi \times r \times \eta \times v \quad (1.6)$$

Despejando la velocidad límite (v) de la ec. 1.6, se tiene:

$$v = \frac{2 \times g(\rho_e - \rho_f) \times r^2}{9 \times \eta} \quad (1.7)$$

De la ec. 1.7 los valores que no se conocen son la viscosidad ( $\eta$ ) y la velocidad límite (v). Pero la velocidad límite se puede obtener de manera experimental midiendo la distancia de recorrido (d) del perdigón y el tiempo (t) que tarda en recorrer esta distancia establecida de acuerdo con la siguiente ecuación.

$$v = \frac{d}{t} \quad (1.8)$$

Por lo tanto, se procede a llenar la columna de velocidad límite de la Tabla 1.3

Radio (m).	Desplazamiento (m).	Tiempo (s)	velocidad límite (m/s)	viscosidad (Kg/ms)
0.0157	0.17	35	0.0049	
0.0157	0.17	37	0.0046	
0.0157	0.17	33	0.0052	
0.0157	0.17	39	0.0044	
0.0157	0.17	31	0.0055	
0.0157	0.17	34	0.0050	
0.0157	0.17	32	0.0053	
0.0157	0.17	34	0.0050	
0.0157	0.17	33	0.0052	
0.0157	0.17	30	0.0057	
			Promedio.	

**Tabla 1.4**

“Tabla de registro con los valores de velocidad límite para el cálculo de la viscosidad de la masa de harina para tamal.”

Ahora despejando la viscosidad de la ec.1.7 y sustituyendo la ec. 1.8 se tiene:

$$\eta = \frac{2 \times r^2 \times (\rho_s - \rho_f) l}{9 \times d} \quad (1.9)$$

Como los valores de la densidad del perdigón ( $\rho_s = 8359.64 \text{ Kg/m}^3$ ) y del fluido ( $\rho_f = 875 \text{ Kg/m}^3$ ), son datos conocidos, con estos y los resultados de la velocidad límite, se puede calcular el valor de la viscosidad  $\eta$  para cada ensayo del experimento como se muestra en la Tabla 1.5.

Radio (m).	Desplazamiento (m).	Tiempo (s)	velocidad límite (m/s)	viscosidad (Kg/ms)
0.0157	0.17	35	0.0049	84.40
0.0157	0.17	37	0.0046	89.22
0.0157	0.17	33	0.0052	79.58
0.0157	0.17	39	0.0044	94.05
0.0157	0.17	31	0.0055	74.75
0.0157	0.17	34	0.0050	81.99
0.0157	0.17	32	0.0053	77.17
0.0157	0.17	34	0.0050	81.99
0.0157	0.17	33	0.0052	79.58
0.0157	0.17	30	0.0057	72.34
Promedio.				81.51

**Tabla 1.5**

“Resultados del cálculo de la viscosidad”.

De los resultados obtenidos se llega a la conclusión que la viscosidad experimental de la masa de harina para tamal es  $\eta = 81.51 \text{ (Kg/ms)}$ , la cual será utilizada como dato para las pruebas en un apartado más adelante.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### **1.3 TEORÍA DE MEZCLADO – AMASADO**

El mezclado es aquella operación unitaria en la que, a partir de uno o más componentes, dispersados uno en el seno del otro, se obtiene una mezcla uniforme. Por analogía con las emulsiones, al componente mayoritario suele denominarse fase continua y al minoritario, fase dispersa. El mezclado no tiene un efecto conservador sobre el alimento y se utiliza tan solo como una ayuda en el proceso de elaboración para modificar la comestibilidad o calidad de los alimentos. Su utilización es muy frecuente en muchas industrias alimentarias para, combinar distintos ingredientes, conseguir determinadas propiedades funcionales o características organolépticas.

Los extrusores y algunos tipos de maquinaria empleados para la reducción de tamaño cumplen también, a veces, una función de mezclado.

El moldeo es aquella operación unitaria realizada, generalmente inmediatamente después de una operación de mezclado, en la que se confiere a alimentos viscosos o pastosos, diversas formas y tamaños. Esta operación colabora en el proceso de elaboración diversificando y haciendo más cómoda la utilización de los productos de masas viscosas.

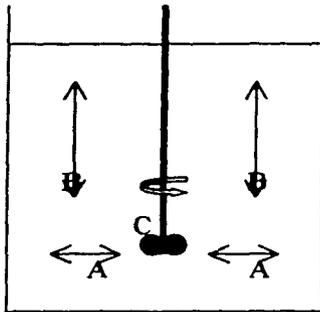
El grado de mezclado que se alcanza depende de:

- 1.-El tamaño relativo de las partículas, forma y densidad de cada componente
- 2.-La eficacia de un determinado mezclador para estos componentes
- 3.-La tendencia a la agregación de las materias primas y
- 4.-El contenido de agua, la tensión superficial y la fluidez de cada componente

Por lo general se consiguen mezclas más uniformes con aquellos productos cuyo tamaño, forma y densidad son semejantes. Diferencias excesivamente grandes en estas características pueden incluso impedir su mezcla. La uniformidad del producto final depende del equilibrio

alcanzado entre los mecanismos que favorecen o dificultan el mezclado, que dependen, a su vez, del tipo de mezcladora, de las condiciones mediante su funcionamiento y de la composición de los alimentos. Con algunas mezclas, después de haberse conseguido inicialmente una uniformidad en el mezclado, ésta se rompe y los productos comienzan a separarse. En estos casos, resulta muy importante controlar exactamente el tiempo de mezclado.

Los componentes de velocidad inducidas en un líquido por un mezclador son las que aparecen en la figura 1.3.



**Fig. 1.3**

“Componentes de velocidad  
Inducidas a los fluidos.”

- A.- Una velocidad radial que actúa en dirección perpendicular al eje de la mezcladora
- B.- Una velocidad longitudinal (paralelo al eje)
- C.- Una velocidad de rotación (tangencial al eje de la mezcladora)[3]

Con objeto de conseguir un mezclado eficaz, la velocidad radial y longitudinal impartidas al líquido se incrementan por la acción de placas deflectoras, la instalación excéntrica del eje en posición inclinada o de hélices inclinadas.

Para la adecuada mezcla de líquidos de baja viscosidad, la masa del líquido debe someterse a una turbulencia. Debe evitarse la formación de remolinos, ya que en ellos las masas próximas de líquido circulan a velocidades semejantes, con lo que aquel fenómeno no tiene lugar ya que el líquido simplemente da vueltas en la mezcladora sin llegar a mezclarse.

En los líquidos muy viscosos como pastas o masas, para que el mezclado tenga lugar, se precisa que se produzca un fenómeno distinto. En ellos, la mezcla se produce por:

- 1.- El amasado del producto contra la pared del recipiente o en la masa de otro material
- 2.- El aplastamiento del alimento no mezclado, en la masa de componentes ya mezclados
- 3.- El estiramiento del material

La calidad del mezclado se consigue creando y recombinando en el alimento superficies nuevas con la mayor frecuencia posible. Sin embargo, como el producto no fluye con facilidad, se hace necesario que las cuchillas de la mezcladora recorran el recipiente para impulsar el alimento y entre en contacto con las mismas o bien que este se mueva y entre en contacto con aquellas.

**“El diseño de la mezcladora debe permitir una mezcla intensa de los componentes sin sobrecargar el motor ya que ello reduciría la eficacia del mezclado[4]”.**

### **Operación de mezclado – amasado**

El proceso de amasado, es una operación física que hace más uniforme la mezcla, elimina gradientes de concentración, temperatura y otros efectos. Este se efectúa por intercambio de material entre diferentes localizaciones para producir la mezcla final de los componentes. Si un sistema se encuentra perfectamente mezclado, existe una distribución homogénea aleatoria de las propiedades del sistema.

La mezcla puede alcanzarse de diferentes maneras. En este apartado se muestra la técnica de mezcla más común en procesos.

La mezcla se realiza generalmente en un tanque de agitado, como el mostrado en la figura 1.4.

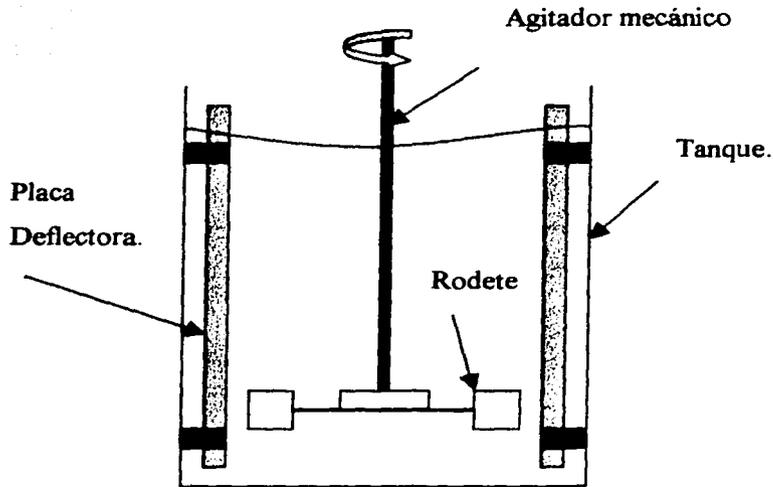


Fig. 1.4

“Configuración típica de un tanque de agitado”.

Los tanques de agitado se construyen generalmente en forma cilíndrica. Si es posible, la base del tanque se redondea con el fin de eliminar las esquinas y cavidades donde las corrientes de fluido no pueden penetrar y propiciar la formación de regiones estancadas.

La mezcla se alcanza utilizando un impulsor instalado dentro del tanque. Cuando se utilizan fluidos no newtonianos, la relación entre el diámetro del tanque y la del rodete recomendada normalmente es de 0.65 a 0.95 [5], esta relación tan alta permite superar el efecto de Bingham[12] y la presencia de amplias zonas sin agitación.

El impulsor se coloca generalmente en la parte inferior y situado en el centro del tanque. Algunas veces el agitador se diseña con la entrada por el fondo del tanque, aunque en estos casos pueden existir fugas si la junta entre el eje y el fondo del tanque no es perfecta.

El impulsor se mueve por medio de un motor. El efecto rotatorio del impulsor consiste en bombear el líquido y crear un flujo regular, el líquido es empujado fuera del impulsor, haciéndolo

circular a través del tanque y periódicamente retorna a la región del impulsor. Para que exista una mezcla eficaz con un solo impulsor, la profundidad del líquido en el tanque no debe ser superior a 1.0 – 1.25 [6] veces el diámetro del mismo.

Los deflectores, que normalmente son láminas verticales de metal unidas a la pared del tanque reducen los vórtices en el líquido. Para prevenir la formación de vórtices generalmente se recomienda colocarlos regularmente espaciados.

La anchura óptima de los deflectores depende del diseño del rodete y de la viscosidad del fluido, pero es del orden de  $1/10 - 1/12$  [7] el diámetro del tanque.

Para líquidos de baja viscosidad, los deflectores se colocan perpendicularmente a la pared, tal como se muestra en la figura 1.5.

Los deflectores también pueden montarse separados de la pared a cierta distancia ó formando un ángulo, tal como se muestra en la figura 1.5. Estas disposiciones evitan la sedimentación y la formación de zonas estancadas al lado de los deflectores durante la mezcla de suspensiones viscosas [8].

Algunos impulsores pueden ser de palas planas, de hélices y tornillos helicoidales. La elección del impulsor depende de varios factores, entre los que destacan la viscosidad del líquido que se va a mezclar y la sensibilidad del sistema a la cizalla mecánica. Para líquidos de baja a media viscosidad, se recomienda la utilización de hélices y turbinas de palas planas. El impulsor más utilizado en la industria alimentaria es la turbina de disco con seis palas planas, este impulsor se conoce también como turbina Rushton.

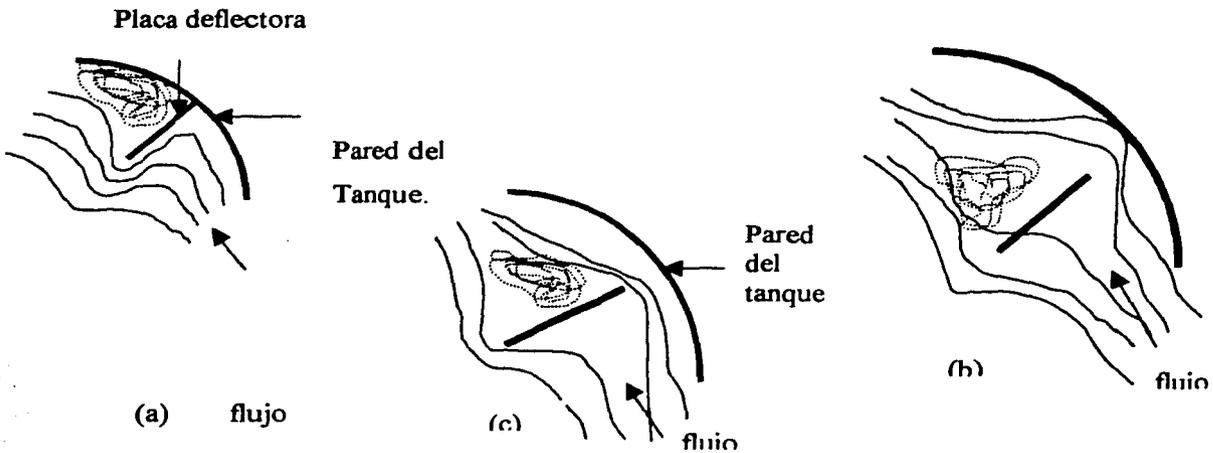


Fig. 1.5

“Disposición de los deflectores: (a) unidos a la pared para líquidos de alta viscosidad, (b) Separados de la pared para líquidos de viscosidad baja, (c) separados de la pared y en ángulo para líquidos de viscosidad media.”

### Tipos de flujo en tanques de agitación

El tipo de flujo existente en un tanque de agitado depende del diseño del impulsor, de las propiedades del fluido, del tamaño y proporciones geométricas del recipiente, de los deflectores y del agitador. Aunque la mayoría de los agitadores son de acción rotatoria, el flujo circular del líquido alrededor del eje del agitador, es generalmente perjudicial y debería evitarse. En un flujo circular, el líquido se mueve de manera laminar y existe poca mezcla entre el fluido situado a diferentes alturas del tanque. El flujo circular tiende a su vez a formar vórtices, a velocidades altas de rotación, el vórtice puede alcanzar incluso la parte inferior del rodete, por lo que el aire del ambiente se introduce en el líquido[9]. Esto es perjudicial debido a que el aire circundante del ambiente podría llegar a formar pequeñas burbujas dentro del fluido provocando zonas en las cuales la mezcla no se llevaría a cabo, provocando zonas con diferencia de concentración o mezcladas.

La diferencia de concentración debe evitarse, ya que produce tensiones mecánicas en el eje del agitador, en los cojinetes y en las juntas. En el diseño de sistemas de mezclado, la prevención del flujo circular es indispensable y se consigue generalmente mediante la instalación de deflectores que interrumpen el flujo circular y crean turbulencias en el fluido.

Además del flujo circular, existe también un movimiento del fluido en dirección radial (es decir, desde el agitador hacia las paredes del tanque y viceversa), y en dirección axial (es decir, de arriba hacia abajo). Los flujos axial y radial son generados por el impulsor, y son los responsables de la mezcla del fluido.

Los rodetes se clasifican de flujo axial o de flujo radial dependiendo de la dirección que toma el líquido que sale del impulsor, aunque existen también impulsores que presentan ambas características de flujo simultáneamente.

### **Impulsores de flujo radial**

Las palas de los impulsores de flujo axial están situadas de forma paralela al eje vertical del agitador y del tanque, el líquido es despedido radialmente desde el impulsor contra las paredes del tanque donde se divide en dos corrientes, una que fluye hacia la parte superior del tanque y otra hacia el fondo. Cada cierto tiempo, estas corrientes alcanzan al eje central y retornan al impulsor. Los impulsores de flujo axial crean también cierto flujo circular, que se reduce mediante la colocación de deflectores.

### **Impulsores de flujo axial**

En general, los impulsores de flujo axial tienen palas que forman un ángulo inferior a  $90^\circ$  con el plano de rotación y generan un movimiento axial techo-fondo. Las hélices son dispositivos de flujo axial, así como las turbinas de palas inclinadas.

El fluido que abandona el impulsor es lanzado hacia abajo hasta alcanzar el suelo del recipiente. Posteriormente se expande sobre el suelo y fluye hacia arriba a través de las paredes antes de retornar al impulsor. Los impulsores de flujo axial son especialmente útiles cuando se necesitan corrientes verticales fuertes. Por ejemplo, si el fluido contiene sólidos, un flujo axial grande del líquido que sale del rodete impedirá que se deposite en el fondo del tanque.

La elección del tipo y tamaño de mezcladora más apropiados dependen del tipo y cantidad de producto a mezclar y de la velocidad de agitación necesaria para alcanzar el grado adecuado con el mínimo consumo energético. Las mezcladoras, de acuerdo con sus características de funcionamiento, se clasifican en:

- 1.- Mezcladoras para líquidos de viscosidad baja o media.
- 2.-Mezcladoras para líquidos muy viscosos y pastas y
- 3.-Mezcladoras para productos granulados o pulverulentos.

#### **Mezcladoras para líquidos muy viscosos y pastas**

- 1.-Impulsores de eje vertical de baja velocidad.
- 2.-Mezcladoras de palas horizontales de eje gemelo.
- 3.-Mezcladoras de planetarios.
- 4.-Mezcladoras continuas del tipo rotor-estator.
- 5.-Sistemas de agitador múltiple.

#### **Mezcladoras para productos pulverizados y granulados**

Estas mezcladoras responden a dos diseños básicos: el primero de ellos a la progresión del material, se produce como consecuencia del movimiento de rotación del recipiente que lo contiene, mientras que el segundo, aquel es impulsado por la acción de un transportador helicoidal.

Este tipo de mezcladoras es utilizado para la mezcla de cereales y de harinas y para preparación de mezclas diversas de productos pulverizados (por ejemplo: mezclas de pasteles y sopas deshidratadas), clasificadas en:

- 1.-Mezcladoras por volteo
- 2.-Mezcladoras de cinta
- 3.-Mezcladoras de tornillos verticales

En este capítulo se han descrito los principios fundamentales del mezclado y amasado de productos alimenticios, se obtuvo la densidad y la viscosidad de masa para tamal, así como las cantidades necesarias para producirla, estos datos servirán más adelante para la realización de pruebas y calificación de criterios de un modelo a escala.



## **INVESTIGACIÓN DE PATENTES Y EQUIPOS COMERCIALES DISPONIBLES**

La investigación de equipos comerciales disponibles, es un punto de partida importante para el proyecto, ya que al contemplar configuraciones ya existentes, se tiene un panorama de las soluciones ya planteadas así como sus ventajas, desventajas y sus principales aplicaciones. En el presente capítulo se contempla maquinaria comercial tanto para uso industrial como uso doméstico, cuyo producto resultante (masa) cae dentro de nuestra aplicación.

Posteriormente, se presenta una investigación de patentes nacionales y extranjeras que dan un panorama de las innovaciones o en su caso, mejoras a las máquinas mezcladoras-amasadoras existentes, esta investigación aunada con la de equipos comerciales, dan la posibilidad de describir las principales características con que cuentan estas máquinas.

### **2.1. PATENTES NACIONALES**

En México, el IMPI, es el organismo público descentralizado que se encarga de la recepción, estudio y otorgamiento de patentes y modelos de utilidad.

Una patente es la certificación que otorga el gobierno de un país tanto a personas físicas como morales, lo cual les permite explotar exclusivamente invenciones que consistan en nuevos productos o procesos durante un plazo improrrogable determinado.

Un Modelo de utilidad son los objetos, utensilios, aparatos o herramientas que, como resultado de una modificación en su disposición, configuración, estructura o forma, presenten una

función diferente respecto a las partes que lo integran o ventajas en cuanto a su utilidad, y se permite su explotación exclusiva (considerablemente menor que el de una patente) durante un plazo improrrogable determinado.

El primer paso que se siguió para la búsqueda de patentes fue recurrir al centro de información tecnológica, departamento adscrito al IMPI. Lugar donde se tienen archivadas y clasificadas más de 10 millones de patentes.

De los catálogos existentes elaborados por el personal del centro, se elige el rubro hacia el cual esté orientado el proyecto en cuestión, en este caso es la clasificación "A21C" correspondiente a maquinaria para repostería, una vez elegido se solicitan los registros para esta categoría, donde se eligen aquellos que se pueden utilizar para el problema en cuestión.

El criterio de selección se centró principalmente a batidoras, mezcladoras y amasadoras, tanto patentes como mejoras a máquinas ya existentes. El resto consistió en elaborar una pequeña descripción de cada patente y modelo de utilidad de equipos de amasado anexando un pequeño bosquejo de este, sin detallar el funcionamiento dado que las modificaciones y mejoras no están publicadas a detalle debido a la misma protección industrial.

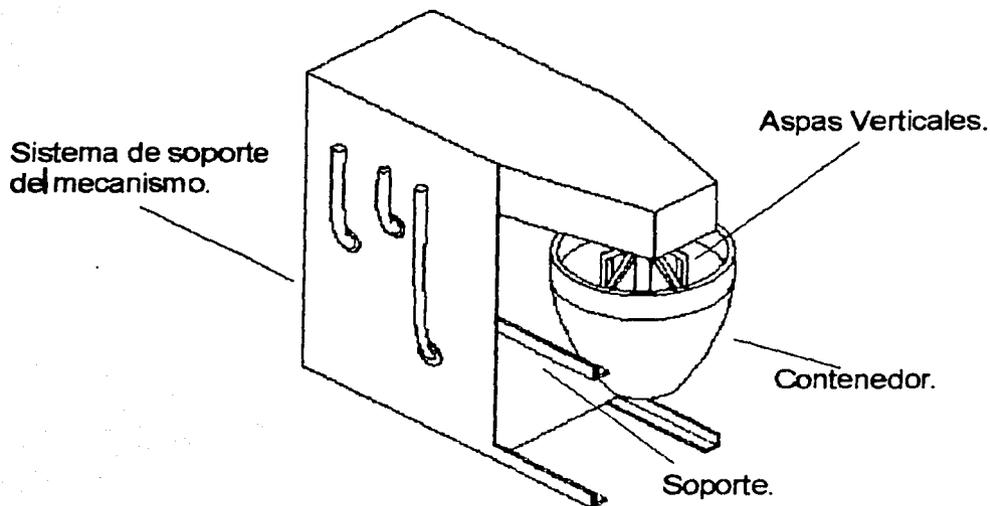
## **PATENTES REVISADAS.**

**Patente No. 178716** " Mejoras en revolvedora o batidora "

**Inventor:** Sr. Diego Rosas Noriega

**Expedición:** 13 de Julio de 1995

En esta máquina se propone la adaptación de un mecanismo similar o adaptado de una transmisión automotriz, incrementando la eficiencia de la transmisión y la posibilidad de variar la velocidad de giro. El torque se transmite por medio de cadenas y catarinas y el eje de transmisión en dirección vertical. El mecanismo de amasado es por paletas que giran en un sistema de engranes planetarios.



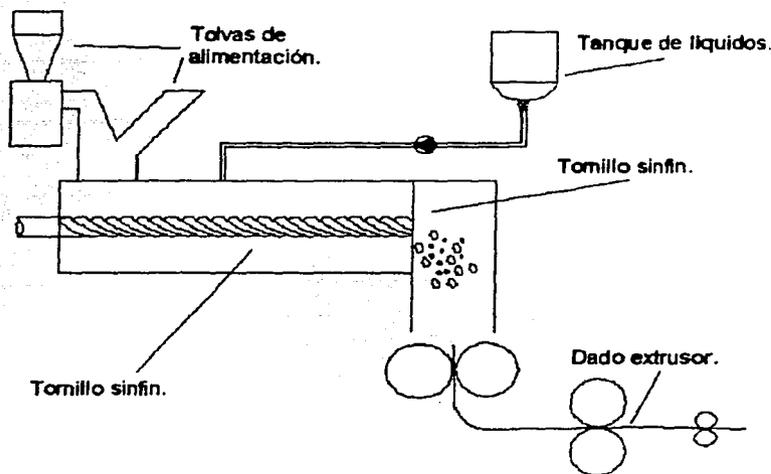
**Fig. 2.1 Patente No. 178716**  
 “Mejoras en revolvedora o batidora”

**Patente No. 171785** “ Dispositivo amasador-mezclador y procedimiento para la preparación de pastas “.

**Inventor:** Josef Manser, Friedrich egger, Wegner Seiler

**Expedición:** 15 de noviembre de 1993

Esta máquina utiliza tres tornillos sinfin alojados en un tubo, donde se agregan los ingredientes en etapas, muy semejante en general al primer caso mencionado. En una primera etapa, trabajan dos tornillos girando en el mismo sentido paralelamente en un mezclado lento; una vez que la masa termina de esta primera etapa de mezclado, un tercer tornillo sinfin, dispuesto perpendicularmente a los otros dos, giran en una segunda cámara de mezcla, con una velocidad mayor. Al final de esta segunda etapa de mezclado, también se utiliza un dado de extrusión para poder dosificar el producto.



**Fig. 2.2 Patente No. 171785**

“Dispositivo amasador-mezclador y procedimiento para la preparación de pastas”

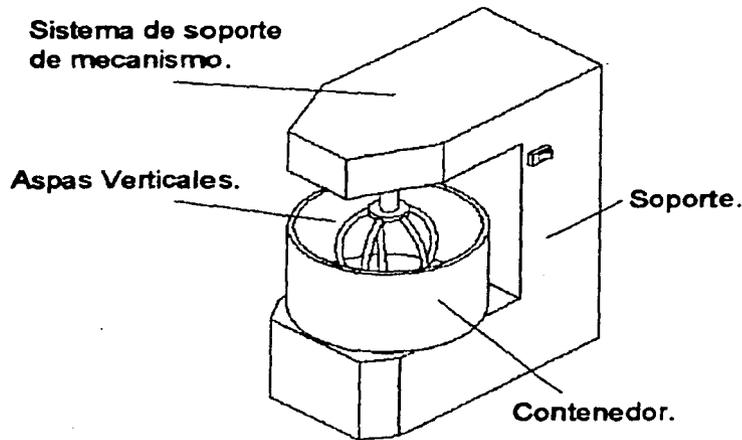
**Patente No. 173910** “ Mejoras en amasadora para panificación “.

**Inventor:** Sr. Jesús Ruiz Rosas

**Expedición:** 08 de Abril de 1994

Invencción que se refiere a las mejoras aportadas a una máquina amasadora de las usadas para la industria de la panificación, dicha amasadora esta constituida por un chasis y un mecanismo cuyos componentes son intercambiables y de larga vida. Los mecanismos que la conforman son: Un motor eléctrico que se sitúa en la parte posterior inferior de la máquina, que a su vez mueve una caja de velocidades, dicho movimiento es transmitido del motor a la caja por medio de las poleas superiores tanto del motor y la caja de velocidades por una banda.

Por su parte inferior la caja de velocidades presenta una rueda dentada que hace girar a su vez a la rueda dentada que se encuentra debajo del cazo de la amasadora, este movimiento se transmite primeramente de la caja a la rueda dentada antes mencionada por medio de una cadena brindando movimiento al cazo de la revolvedora, una vez que la rueda dentada gira y a su vez mueve la flecha que esta conectada al cazo de la revolvedora.



**Fig. 2.3 Patente No. 173910**

“Mejoras en amasadora para panificación”

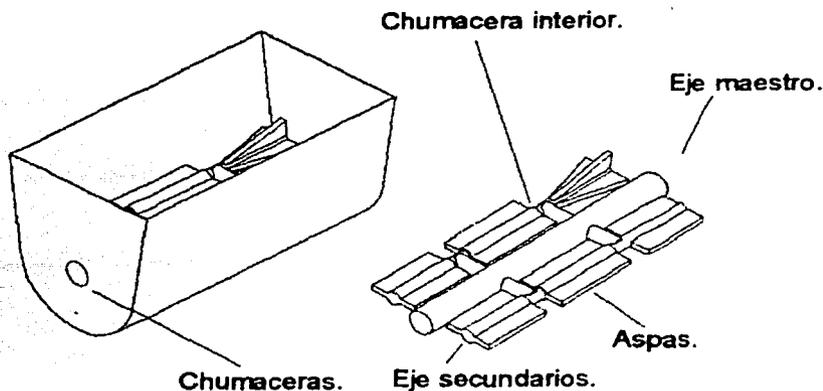
**Patente No. 171680** “Mejoras en sistema amasador, revolvedor y bombeador automático de masa o similar”

**Inventor:** Rubén Beltrán Maldonado

**Expedición:** 12 de Diciembre de 1977

La invención se refiere a un nuevo sistema revolvedor bombeador y amasador para aplicarlo en cualquier sólido en estado plástico.

El sistema cuenta con un eje maestro que gira sobre chumaceras en los costados de la máquina y dos ejes secundarios que giran cada uno sobre dos chumaceras que están sujetas a dos postes que a su vez están soldados al eje maestro. Los ejes secundarios giran libremente y sobre ellos van soldadas aspas impulsoras, los extremos derechos de estas aspas llevan soldadas unas soleras que sobresalen de los ejes secundarios, para presentar una superficie plana que roce sobre la leva que esta soldada fundida o atornillada al lateral de la máquina, los extremos izquierdos de las aspas llevan soldadas soleras paralelas a las aspas, sobresaliendo de los ejes secundarios para presentar una superficie plana que es la que roza sobre la leva izquierda, dichas levas son las que hacen girar los ejes secundarios guiándoles en su movimiento.



**Fig. 2.4 Patente No 171680**

“Mejoras en sistema amasador, revolvedor y bombeador automático de masa o similar.”

**Patente No. 17161** “ Mejoras en una refinadora de masa “.

**Inventor:** Ignacio carrillo

**Expedición:** 2 de febrero de 1994

El torque se transmite por medio de poleas y el eje de transmisión en dirección vertical. El mecanismo de amasado es por paletas que giran en un sistema de engranes planetarios. Sin ninguna variación notable respecto a la patente No. 17160.

**Patente No. 175216** “Aparato extrusor para elaborar un producto parcialmente horneado para galletas”.

Esta máquina se compone de un tornillo sinfin alojado dentro de un tubo de conducción en cuyo interior se realiza el amasado. El eje del tornillo esta en posición horizontal. El agregado de los ingredientes se realiza en distintas etapas según el grado de mezcla de la masa. Las velocidades del tornillo sinfin se manejan del orden de 20 a 200 rpm. Al final del tubo se utiliza un dado de extrusión para poder dosificar la masa final prehorneada.

**Patente No. 17512 “ Máquinas dosificadoras de masa”.**

Este dispositivo tiene como fin la extracción de una cantidad determinada de masa mezclada previamente en una amasadora. En un primer paso, se tiene una tolva cuya base es un cilindro con una perforación que funciona como embolo para un pistón. Este embolo gira sobre su eje de manera reciprocante, de tal suerte que en dos tiempos, el pistón alojado en el embolo, en su primer desplazamiento, extrae la cantidad de masa requerida, en su retorno, el embolo gira determinado ángulo y el pistón deposita la masa extraída en una banda transportadora.

## **2.2. PATENTES INTERNACIONALES**

Con respecto a la búsqueda internacional, no existe en los registros internacionales ninguna patente registrada para este proceso debido a la regionalidad del producto (tamales) solo existen patentes en referentes a otros productos alimenticios como pastelería. De modo que las patentes más importantes al respecto solo existen en México. De esta forma se cierra la búsqueda solo a patentes nacionales. En la parte de los anexos se muestra la forma para solicitar una búsqueda internacional.

## **2.3. EQUIPOS COMERCIALES DISPONIBLES EN EL MERCADO**

Los diferentes requerimientos de la industria alimentaria dan como resultado una gran gama de maquinaria “multifuncional” pero de baja eficiencia, ya que se diseñan para una aplicación en específico, pero se comercializan para una gran variedad de productos, ya que una misma máquina se recomienda tanto para la industria del pan como de la tortilla, de los tamales, de repostería, etc., sin tomar en cuenta que las materias primas son diferentes para cada producto, ya que las masas para preparar pan, tortillas, tamales, repostería, etc., tienen diferentes componentes y diferentes consistencias finales, no se toma en cuenta las características específicas del producto final. Tomando en cuenta que la mezcladora-amasadora es un equipo de funcionamiento discontinuo, con un ciclo de operaciones que comprende:

- Carga de uno o de varios productos (materias primas)
- Mezclado u homogenización
- Amasado
- Vaciado

De estas operaciones se desprende que los principales sistemas de funcionamiento para una máquina amasadora mezcladora son:

- Sistema de dosificación de materia prima
- Sistema de mezclado y amasado
- Sistema de vaciado.

Por tanto, a continuación se describen los sistemas comerciales más comunes para realizar las operaciones antes mencionadas:

#### **Sistema de dosificación de materias primas**

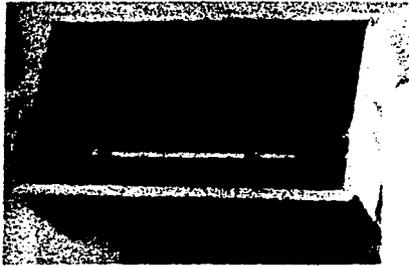
Mediante este sistema se introducen los principales ingredientes de la masa final, de tal modo que si se requiere un tipo de masa, se dosifica las cantidades necesarias para tener la consistencia correcta. Es un sistema que se dota a los recipientes de diferentes configuraciones de las cuales destacan las tapas rectangulares (Fig. 2.5), y las semi-esféricas que se tienen que retirar toda o una sección de estas para poder introducir las materias primas.



**Fig. 2.5**  
"Tapa rectangular"

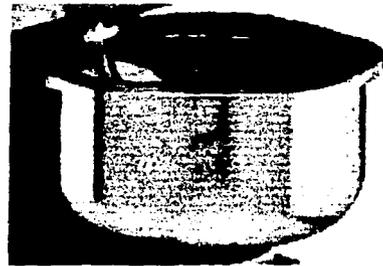
**Sistema de mezclado y amasado**

Este sistema, realiza tres diferentes funciones entre las que se incluyen: contener las materias primas, amasado y mezclado de las mismas. Una función principal es la de contener las diferentes materias primas, para este caso se encontraron dos configuraciones principales de contenedores: contenedores horizontales (Fig. 2.6), y contenedores verticales (Fig. 2.7), de la elección del tipo de contenedor que se utilice depende en gran medida el diseño de las demás funciones ya que con esto se definen los tipos de agitador que se utilizará para realizar el mezclado y el amasado.



**Fig. 2.6**

“Contenedor horizontal”



**Fig. 2.7**

“Contenedor vertical”

Entre los agitadores comerciales destacan los de tipo doble hélice (Fig. 2.8 y 2.9), los de tipo batidora (Fig.2.10), los de tipo espiral (Fig. 2.11), los de tipo sigma (Fig. 2.12).



**Fig. 2.8**

“Agitador doble hélice”



**Fig. 2.9**

“Agitador doble hélice”



**Fig. 2.10**

“Agitador tipo batidora”



**Fig. 2.11**  
“Agitador en espiral”



**Fig. 2.12**  
“ Agitador en sigma”

Dentro de la configuración de la máquina entra el mecanismo de transmisión de potencia, en este campo sobresalen dos, las de bandas y poleas (Fig. 2.13) y las de transmisión por engranes (Fig. 2.14).

**Bandas y poleas**



**Fig. 2.13**  
“Sistema de Bandas y poleas”

**Tren de Engranes**

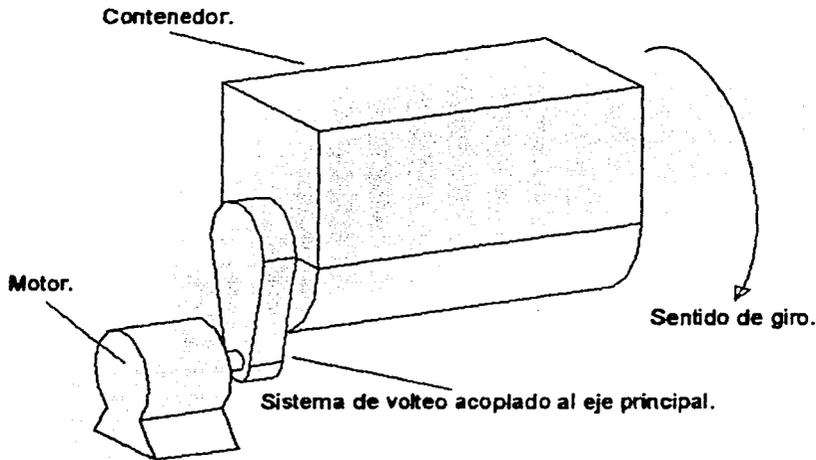


**Fig. 2.14**  
“Sistema de tren de engranes”

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## Sistema de vaciado

La última operación del proceso es el vaciado del producto amasado, en esta operación se destaca principalmente una división de métodos de vaciado para los dispositivos verticales y horizontales, para los primeros, generalmente se necesita retirar el recipiente y después con ayuda de una grúa se realiza el vaciado, en el peor de los casos, es necesario sacar el producto (la masa) de forma manual del contenedor. Para las máquinas con configuración horizontal, la mayoría cuenta ya con sistemas de volteo para el contenedor de tal modo que se cuenta comercialmente con sistemas hidráulicos, neumáticos y mecánicos, este último Fig.2.15, es el más común consistente en un acoplamiento del sistema principal de potencia, con un reductor de velocidad. Así las características de los equipos comerciales varían de diferentes formas y muy diferentes configuraciones.



**Fig. 2.15**

“Sistema de volteo comercial.”

Con base en lo anterior, los equipos comerciales encontrados se clasifican en la tabla 2.1, como máquinas amasadoras, máquinas amasadoras-mezcladoras, máquinas batidoras, batidoras-amasadoras, según sus características físicas y mecánicas, resultando los principales datos

técnicos que se encontraron en los catálogos los siguientes:

- El tipo de alimentación que tiene
- La potencia requerida para trabajar
- La capacidad volumétrica de los recipientes
- La cantidad de material a amasar
- Las dimensiones de la máquina
- El tipo de hélice con el que se trabaja
- El tipo de recipiente de la máquina
- El tipo de transmisión
- Y los tipos de volteo del recipiente

ID	Capacidad	Potencia Motor HP	Capacidad de amasado	Medidas del tanque	Velocidades	Tipo de transmisión	Mecanismo volcador	Configuración del eje	Tipo de aspas
1	28 L	0.5 Hp		300x600x400	Variable	Caja de engranes	no tiene	Vertical	(batidora)
2	38-40 L	1 Hp		430x1230x700	Variable	Caja de engranes	no tiene	Vertical	(batidora)
3	120 L	9.5 hp			Variable	Caja de engranes	no tiene	Vertical	espiral
4		2.5 hp	20 kg	520x1290x750	2	Caja de engranes	no tiene	Vertical	espiral
5			80 kg						
6	72 L	4 Hp	40 kg		1	Caja de engranes	no tiene	vertical	espiral
7	230 L	8 hp	40 - 200 kg		1	Caja de engranes	no tiene	vertical	espiral
8	25 L	1.25 Hp	40 kg	900x600x700	2	Caja de engranes	no tiene	Vertical	espiral
9		8 Hp	200 kg		2	Poleas	Automatica	horizontal	doble hélice a 45°
10		8 Hp	350 kg		2	Poleas	Automatica	horizontal	doble hélice a 45°
11		7.5 Hp	101.4 kg	1901x762x1676	Variable	Caja de engranes	semiautomático	horizontal	sigma
12		7.5 Hp	272.15 kg	1901x762x1676	Variable	Caja de engranes	semiautomático	horizontal	sigma
13	125 L	3 Hp			Variable	Caja de engranes	Automatica	horizontal	sigma

Tabla 2.1

“Clasificación de las máquinas amasadoras, máquinas mezcladoras-amasadoras, máquinas batidoras, máquinas batidoras-amasadora”

En la figura 2.16 se muestran las ilustraciones de las máquinas citadas en la clasificación.  
De la tabla 2.1

Con ayuda de los datos recopilados en este capítulo, se obtiene una perspectiva de las máquinas existentes, hasta el momento, tanto a nivel comercial como a nivel de patentes, esto ayuda a identificar las diferentes configuraciones reales en el mercado, de modo que se deja abierta la posibilidad de generar nuevos arreglos de maquinaria que en la actualidad no se han explotado comercialmente, generándose una gran variedad de alternativas para mejoras en las máquinas mezcladoras-amasadoras.

Se destaca principalmente en este capítulo la identificación de los diferentes sistemas con los que están configuradas las máquinas mezcladoras-amasadoras, estos sistemas son parte fundamental en el diseño conceptual de la máquina mezcladora-amasadora que en el siguiente capítulo se trata.



1

**BATIDORA  
MEZCLADORA**



2

**BATIDORA  
MEZCLADORA**



3

**BATIDORA  
MEZCLADORA**



4

**AMASADORAS**



5

**AMASADORAS**



6

**BATIDORA  
MEZCLADORA**



7

**BATIDORA  
MEZCLADORA**



8

**MEZCLADORA**



9

**AMASADORA MEZCLADORA**



10

**AMASADORA DE  
ALTA VELOCIDAD  
CON CAMARA  
REFRIGERANTE**



11

**MEZCLADORA  
DE HARINA**



12

**MEZCLADORA  
DE HARINA**



13

**AMASADORA  
MEZCLADORA**

**Fig. 2.16 "Figuras de las máquinas amasadoras, máquinas mezcladoras-amasadoras, máquinas batidoras, máquinas batidoras-amasadora "**



# **PLANTEAMIENTO DE LA NECESIDAD Y DISEÑO CONCEPTUAL**

## **INTRODUCCIÓN**

La parte medular del trabajo lo compone el diseño de la máquina Mezcladora-Amasadora, existen muchas corrientes y tendencias en cuanto a teorías de diseño se refiere. Debido al estudio realizado en el capítulo 2 y la parte mencionada en la introducción, se llega a la conclusión de que una mejora o control al proceso de Mezclado-Amasado no es suficiente, por lo cual se requiere de una máquina mezcladora-amasadora. Con este precedente se empleara el método de diseño de Hubka[10] para sistemas mecánicos, basado en la teoría de los sistemas. Así el proceso de diseño en el presente trabajo se divide en tres etapas principales: Planteamiento de la necesidad, diseño conceptual, en el cual, se establecen las especificaciones de diseño, se determinan los sistemas funcionales y se plantean soluciones técnicas apropiadas, las cuales son evaluadas basándose en una serie de parámetros de índole técnico y económico. Con las soluciones técnicas mejor calificadas, se forman combinaciones, las cuales también son calificadas, eligiendo la mejor opción, al final de esta fase se tendrá un concepto, el cual contiene los elementos principales que conformarán la máquina, finalmente el diseño de detalle. En este capítulo se trataran las dos primeras etapas, y la última en el capítulo 4. La Fig. 3.1 muestra el proceso de diseño.



# **PLANTEAMIENTO DE LA NECESIDAD Y DISEÑO CONCEPTUAL**

## **INTRODUCCIÓN**

La parte medular del trabajo lo compone el diseño de la máquina Mezcladora-Amasadora, existen muchas corrientes y tendencias en cuanto a teorías de diseño se refiere. Debido al estudio realizado en el capítulo 2 y la parte mencionada en la introducción, se llega a la conclusión de que una mejora o control al proceso de Mezclado-Amasado no es suficiente, por lo cual se requiere de una máquina mezcladora-amasadora. Con este precedente se empleara el método de diseño de Hubka[10] para sistemas mecánicos, basado en la teoría de los sistemas. Así el proceso de diseño en el presente trabajo se divide en tres etapas principales: Planteamiento de la necesidad, diseño conceptual, en el cual, se establecen las especificaciones de diseño, se determinan los sistemas funcionales y se plantean soluciones técnicas apropiadas, las cuales son evaluadas basándose en una serie de parámetros de índole técnico y económico. Con las soluciones técnicas mejor calificadas, se forman combinaciones, las cuales también son calificadas, eligiendo la mejor opción, al final de esta fase se tendrá un concepto, el cual contiene los elementos principales que conformarán la máquina, finalmente el diseño de detalle. En este capítulo se trataran las dos primeras etapas, y la última en el capítulo 4. La Fig. 3.1 muestra el proceso de diseño.

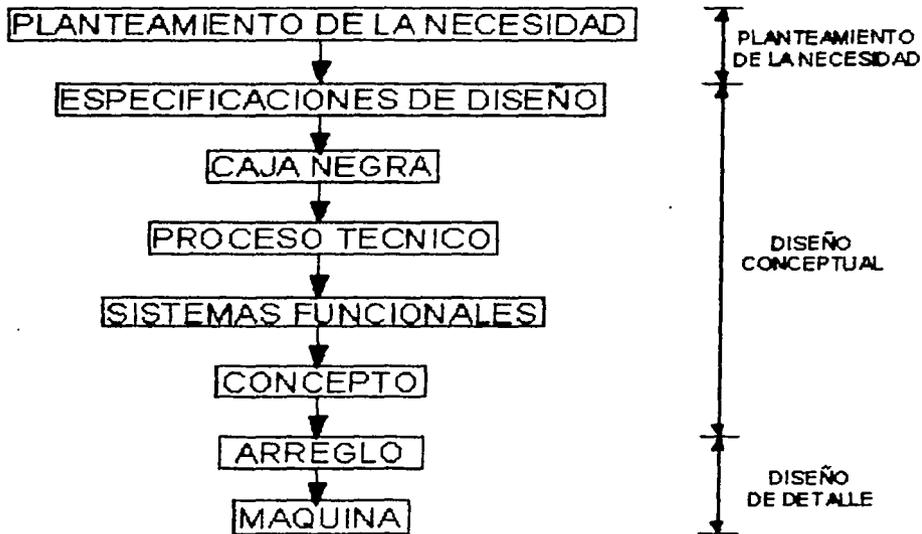


Fig. 3.1

“Seguimiento del proceso de diseño”

**3.1 PLANTEAMIENTO DE LA NECESIDAD.** La mayoría de los productores de tamales realizan el proceso de Mezclado-Amasado manualmente, y al intentar aumentar la producción, resulta imposible, ya que todos estos negocios son familiares o domésticos y sin las instalaciones adecuadas, así que se tienen que conformar con la producción diaria. De acuerdo a la investigación comercial efectuada en el capítulo 2, la maquinaria existente excede con mucho sus necesidades, por lo cual la inversión no sería rentable, por que nunca se ocupara al máximo de su capacidad, por lo tanto se necesita una máquina que tenga la capacidad de realizar esta tarea de manera eficiente, además de que existe el problema de que en un periodo de tiempo la demanda del producto fluctúa.

El fin de este trabajo es diseñar una máquina mezcladora-amasadora dirigida a los pequeños productores, para brindarles la oportunidad de aumentar sus ventas industrializando el proceso de mezclado-amasado. Una de las características de la máquina final será que el productor podrá hacer variar la capacidad de la máquina; al realizarle pequeñas modificaciones sin que esto le haga invertir en accesorios adicionales o contar con instalaciones especiales,

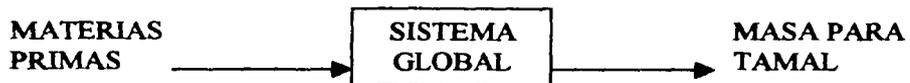


ESPECIFICACIONES DE DISEÑO.	REQUERIDO	DESEADO
* PROCESO:		
CAPACIDAD: 50 KG POR CICLO.	X	
CONSISTENCIA FINAL: UNIFORME ( $\rho = 875 \text{ KG/M}^3$ )	X	
*DIMENSIONES		
ADECUADA PARA UN ESPACIO DE 1.5 x 1.5x 2 MTS.	X	
* OPERACIÓN:		
TIEMPO PARA LIMPIEZA MENOR A 5 MIN.	X	
MANTENIMIENTO PREVENTIVO CADA 6 MESES.	X	
ENERGIA ELECTRICA A 60 Hz. Y 127		
VOLTS.	X	
VIDA DE SUS COMPONENTES NO MENOR A 5 AÑOS (USO DIARIO)	X	
FACILIDAD PARA TRANSPORTARSE DENTRO DE LAS INSTALACIONES.	X	
DEBERA SER OPERADA POR UNA SOLA PERSONA.	X	
NO REBASE LOS 60 Db DE RUIDO AL OPERAR.	X	
SISTEMA DE VACIADO A DOS MANOS.		X
CUENTE CON UN SISTEMA DE ALIMENTACIÓN.		X
SEA ERGONOMICA	X	
LOS LUBRICANTES NO ESTAN EN CONTACTO		
CON EL PRODUCTO.	X	
* APARIENCIA:		
SUPERFICIES: ACABADO METALICO Y		
SANITARIO	X	

<b>ESPECIFICACIONES DE DISEÑO.</b>	<b>REQUERIDO</b>	<b>DESEADO</b>
* MANUFACTURA EN LOTES PEQUEÑOS: PRECIO: ENTRE \$4,000.00 Y \$7,000.00 PESOS. PATENTE: DISEÑO ORIGINAL NO PATENTADO.	X X	
* NORMAS Y LEYES: MATERIALES PARA GRADO ALIMENTICIO.	X	
* COMPONENTES NACIONALES: LAS HERRAMIENTAS Y MÁQUINARIA NECESARIA PARA SU FABRICACION DEBERAN ESTAR EN EL TERRITORIO NACIONAL. TODAS LAS PARTES COMERCIALES SERAN DE FÁCIL ADQUISICIÓN EN EL AREA METROPOLITANA.		X X

**Tabla 3.1**  
"Especificaciones de diseño"

**3.3 CAJA NEGRA.** Para efectos de diseño se hace un bosquejo donde se ilustran las entradas al sistema (en donde no se han determinado los procesos a seguir para obtener el producto) y las salidas del sistema. A este concepto se le llama caja negra. En la Fig. 3.2 se muestra el diagrama que aplica al diseño de la máquina, ilustrando que a la entrada del sistema se tienen las materias primas (harina, manteca, caldos etc.), y a la salida se debe obtener la masa para tamal.



**Fig. 3.2**  
"Caja negra"

### 3.4 PROCESO TÉCNICO

Después de estudiar y consultar tanto con las personas encargadas de elaborar los tamales, como con los recetarios, se llega a la conclusión de que el *mejor proceso para elaborar tamales* es donde los caldos se agregan durante el proceso de Mezclado-Amasado para alcanzar los valores de viscosidad y densidad deseada, esta cantidad fluctúa entre 10 y 15 % de la cantidad indicada en los recetarios. La Fig. 3.3 Muestra el proceso.

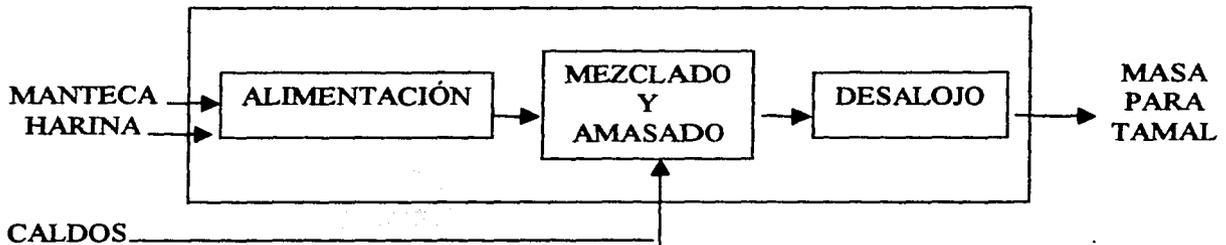


Fig. 3.3

“Proceso técnico”

**3.5 SISTEMAS FUNCIONALES.** Los sistemas funcionales describen el conjunto de operaciones a seguir por el operador o por la máquina para llevar a cabo el proceso, el cual se muestra en la Fig. 3.4.

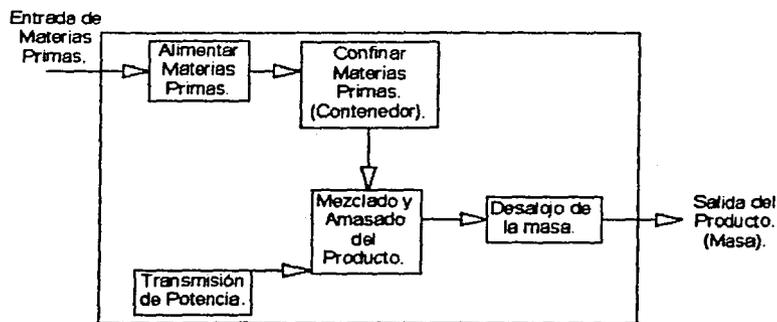


Fig. 3.4

“Diagrama Funcional”

**Descripción de sistemas:**

Sistema de alimentación de materias primas. Sistema por el cual se alimentan las materias primas (componentes principales de la masa para tamal) según el orden preestablecido por los recetarios y productores (ver Fig. 3.3).

Sistema Contenedor. Este sistema tiene como fin el de confinar las materias primas de la masa para poder realizar la operación de Mezclado-Amasado.

Sistema de Mezclado-Amasado tiene la función de realizar la homogeneización, Mezclado y Amasado de los componentes de la masa para tamal.

Sistema de desalojo de la masa consiste un dispositivo de funcionamiento simple para desalojar la masa del contenedor

Sistema de potencia. Este sistema es el encargado de generar y transmitir movimiento y potencia al sistema de Mezclado-Amasado.

A continuación para cada una de las operaciones a efectuar según el diagrama funcional (Fig. 3.4), se proponen una serie de principios de acción y mecanismos que se colocan en la matriz morfológica mostrada en la Fig. 3.5. Los principios se evaluarán de acuerdo a los siguientes criterios:

- Limpieza: Calidad de higiene durante la operación
- Simplicidad en formas y partes: Describe la complejidad de la configuración de las partes o parte en el sentido estrictamente funcional y geométrico
- Facilidad de operación: Describe la complejidad operacional del objeto
- Volumen Ocupado: Cantidad de espacio necesario en la máquina
- Costo: Se refiere a la cantidad invertida ya sea para adquirirlo o fabricarlo si no existe comercialmente

- **Costo de mantenimiento:** La simplicidad de partes y fácil adquisición comercial de refacciones determinan este criterio
- **Eficiencia de transmisión:** Califica la eficiencia con la que se transmite la potencia desde la fuerza motriz
- **Cantidad de componentes:** Califica el número de piezas con que cuenta este mecanismo afectando la complejidad del mismo
- **Nivel de ruido:** Pondera si el mecanismo rebasa o se queda por abajo del límite de ruido admisible impuesto para el ser humano
- **Confiabilidad:** Califica la certidumbre en cuanto estabilidad y funcionamiento del mecanismo
- **Equipo adicional:** Requerimiento de piezas y mecanismos adicionales para su funcionamiento
- **Seguridad:** Criterio que califica el alto o bajo riesgo que representa para el usuario operar el mecanismo
- **Complejidad.** Nivel de complejidad en cuanto a funcionamiento y operación

Los criterios anteriores no aplican a todos los sistemas, dadas las características particulares de cada uno de ellos, por tanto, la tabla 3.2 señala los criterios empleados para evaluar cada sistema.

SISTEMAS	PRINCIPIOS DE ACCIÓN (PA) / MECANISMOS (M)							
	PA	MANUAL			AUTOMÁTICO			
1.- ALIMENTACIÓN DE MATERIAS PRIMAS	MECANISMOS	 TOLVAS AM1	 CARGA DIRECTA AM2	 DISPOSITIVO DE VOLTEO AM3	 DOSIFICADOR DE COMPUERTA ELECTROMAGNETICA AA1			
	PA	HORIZONTAL			VERTICAL			
2.- CONFINAR MATERIAS PRIMAS	CONTENEDORES	 CONTENEDOR EN "Y" CH1	 FONDO CILINDRICO CH2	 TINAJA CH3	 CILINDRICO CV1	 ESFERICO CV2	 COMPUUESTO CV3	 CONICO CV4
	PA	MECANICO		HIDRAULICO	ELECTRICO			
3.- TRANSMISIÓN DE POTENCIA	MECANISMOS	 TREN DE ENGRANES T1	 BANDAS Y POLEAS T2	 REDUCTOR HIDRAULICO T3	 REDUCTOR POR VARIACION DE FRECUENCIA T4			
	PA	HORIZONTAL						
4.- MEZCLADO Y AMASADO	ASPAS	 HELICOIDALES ENCONTRADA MH1	 SIGMA MH2	 DOBLES MH3	 HELIX MH4	 RECTAS MH5		
	PA	VERTICAL						
	ASPAS	 COMPUUESTA MV1	 AGITADOR FIJO MV2	 HELIX MV3	 CUCHILLAS MV4	 PALETAS MV5	 RECTAS MV6	 DOBLES MV7
5.- DESALOJO	PA	MANUAL			AUTOMATICA			
	MECANISMOS	 PALANCA DM1	 VOLANTE DM2	 COMPUERTA DM3	 TORNILLO DA1	 ENGRANES DA2		

PLANTEAMIENTO DE LA NECESIDAD Y DISEÑO CONCEPTUAL

Fig. 3.5 "Matriz Morfológica"

<b>Sistema</b>	<b>Alimentación</b>	<b>Contenedor</b>	<b>Transmisión</b>	<b>Agitador</b>	<b>Desalojo</b>
<b>Criterios</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Limpieza</b>	X	X		X	
<b>Simplicidad en formas y partes</b>	X	X		X	
<b>Facilidad de operación</b>	X				X
<b>Volumen Ocupado</b>	X	X	X		X
<b>Costo</b>	X	X	X	X	X
<b>Costo de mantenimiento</b>			X	X	X
<b>Eficiencia de transmisión</b>			X		
<b>Cantidad de componentes</b>			X		
<b>Nivel de ruido</b>			X		
<b>Confiabilidad</b>			X		
<b>Equipo adicional</b>	X				X
<b>Seguridad</b>					X
<b>Complejidad</b>	X				X

**Tabla 3.2**  
 “Criterios empleados para cada sistema”

Las calificaciones de estos criterios van en una escala del 1 al 5 definidos de la siguiente forma:

- 5 = Excelente
- 4 = Bueno
- 3 = Regular
- 2 = Malo
- 1 = Muy malo

Mediante estos criterios se evaluaron los diferentes sistemas. Las tablas 3.3 a la 3.7 muestran las matrices de decisión con los criterios empleados para cada sistema así como las calificaciones finales para cada mecanismo o principio de funcionamiento. Las variantes de concepto en cada una tablas, se distinguen por una clave que corresponde a la asignada en la matriz morfológica, así por ejemplo, en la tabla 3.3 se tiene la opción **AM1** que corresponde al sistema de alimentación (A), mecanismo manual (M) y al número secuencial asignado (1), o en la tabla 3.6 se tiene la opción **DA1** que corresponde al sistema de desalajo(D), un mecanismo automático (A) y el número secuencial 1.

**1.- Sistema de Alimentación**

CRITERIO.	VARIANTE DEL CONCEPTO				
	AM1	AM2	AM3	AA1	IDEAL.
COSTO	4	5	2	1	5
LIMPIEZA	4	5	4	2	5
SIMPLICIDAD DE PARTES Y FORMAS.	5	5	3	1	5
FACILIDAD DE OPERACIÓN.	5	3	4	5	5
COMPLEJIDAD	3	5	2	1	5
EQUIPO ADICIONAL	4	5	2	1	5
VOLUMEN OCUPADO.	4	5	4	3	5
SUMA	29	33	21	14	40
VALOR RELATIVO DE X.	<u>0.73</u>	<u>0.83</u>	0.53	0.35	1

**Tabla 3.3**  
 “Matriz de decisión para la alimentación”.

2.- Sistema Contenedor

CRITERIO.	VARIANTE DE CONCEPTO.							
	CH1	CH2	CH3	CV1	CV2	CV3	CV4	IDEAL.
COSTO	1	5	4	4	1	2	1	5
LIMPIEZA.	1	4	4	2	5	4	4	5
VOLUMEN ACUPADO.	1	3	3	4	5	4	4	5
SIMPLICIDAD EN PARTES Y FORMAS.	1	4	4	5	5	3	3	5
SUMA	4	16	15	15	16	13	12	20
VALOR RELATIVO DE X.	0.200	<u>0.800</u>	<u>0.750</u>	0.750	<u>*0.800</u>	0.650	0.600	1

Tabla 3.4

“Matriz de decisión para el contenedor”.

3.- Sistema de Transmisión

CRITERIO.	VARIANTE DE CONCEPTO.				
	T1	T2	T3	T4	IDEAL.
COSTO.	4	5	2	1	5
COSTO DE MANTENIMIENTO.	4	5	2	1	5
EFICIENCIA DE TRANSMISIÓN.	5	4	3	3	5
VOLUMEN OCUPADO.	4	4	5	5	5
CANTIDAD DE COMPONENTES.	3	5	1	1	5
NIVEL DE RUIDO.	2	4	5	5	5
CONFIABILIDAD.	4	4	3	3	5
SUMA.	26	31	21	19	35
VALOR RELATIVO DE X.	<u>0.743</u>	<u>0.886</u>	0.600	0.543	1

Tabla 3.5

“Matriz de decisión para la transmisión”.

4.- Sistema del Agitador

CRITERIO	VARIANTE DE CONCEPTO												
	MH1	MH2	MH3	MH4	MH5	MV1	MV2	MV3	MV4	MV5	MV6	MV7	IDEAL
COSTO.	4	3	4	4	5	1	1	4	4	4	5	4	5
COSTO DE MANTENIMIENTO	3	4	3	4	5	1	1	4	3	3	5	3	5
LIMPIEZA.	3	4	3	3	5	1	1	3	2	2	5	3	5
SIMPLICIDAD EN PARTES Y FORMAS	3	3	3	3	5	1	1	3	4	4	5	3	5
SUMA	13	14	13	14	20	4	4	14	13	13	20	13	20
VALOR RELATIVO DE X.	0.650	0.700	0.650	0.700	1.000	0.200	0.200	0.700	0.650	0.650	1	0.650	1

Tabla 3.6 "Matriz de decisión para los agitadores".

5.- Sistema de Desalajo

CRITERIO.	VARIANTE DEL CONCEPTO					
	DM1	DM2	DM3	DA1	DA2	IDEAL.
COSTO.	5	4	3	1	2	5
EQUIPO ADICIONAL.	5	4	3	2	1	5
SEGURIDAD.	4	5	3	5	3	5
COMPLEJIDAD.	5	5	5	4	2	5
VOLUMEN OCUPADO.	4	5	3	5	2	5
COSTO DE MANTENIMIENTO.	5	5	4	1	2	5
FACILIDAD DE OPERACIÓN.	5	5	4	5	3	5
SUMA	33	33	25	23	15	35
VALOR RELATIVO DE X.	0.943	0.943	0.714	0.657	0.429	1

Tabla 3.7 "Matriz de decisión para el desalajo"

**3.6 GENERACION DE CONCEPTOS.** Después de evaluar los mecanismos o principios, se buscan las opciones con mejor calificación de cada sistema funcional, exceptuando el sistema de amasado que se considerara en la siguiente etapa (diseño de detalle) con ellos se forman arreglos, a cada uno de ellos se le llama concepto. Estos a su vez se califican mediante criterios de conjunto, una vez determinado el mejor se concluye la fase de diseño conceptual. La Fig. 3.6 muestra la generación de conceptos a partir de la matriz morfológica y las calificaciones otorgadas en la sección anterior.

El sistema de agitación es la parte esencial del proceso de elaboración de tamales y del diseño de la máquina, dado que requiere una valoración por medio de pruebas físicas. El concepto definido hasta el momento, es un bosquejo de la forma exterior de la máquina mezcladora-amasadora, es decir, se determinan como sistemas externos la alimentación, el contenedor, la transmisión y el desalajo, y como interno el sistema de agitación. Con los externos se generaron 4 conceptos fig. 3.7 a la 3.10, los cuales se calificaron bajo los siguientes criterios:

- **Facilidad de ensamble.-** Facilidad para armar en conjunto
- **Simplicidad en formas y partes.-** Describe la complejidad de la configuración de las partes o parte en el sentido estrictamente funcional y geométrico
- **Costo.-** Se refiere a la cantidad invertida ya sea para adquirirlo o fabricarlo si no existe comercialmente
- **Cantidad de componentes.-** Califica el número de piezas con que cuenta este mecanismo afectando la complejidad del mismo
- **Volumen Ocupado.-** Cantidad de espacio necesario en la máquina

SISTEMAS	PRINCIPIOS DE ACCION (PA) / MECANISMOS (M)							
	PA	MANUAL			AUTOMÁTICO			
1.- ALIMENTACIÓN DE MATERIAS PRIMAS	MECANISMOS	 TOLVAS AM1	 CARGA DIRECTA AM2	 DISPOSITIVO DE VOLTEO AM3	 DOSIFICADOR DE COMPUERTA ELECTROMAGNETICA AA1			
	CONTENEDORES	HORIZONTAL			VERTICAL			
2.- CONFINAR MATERIAS PRIMAS	CONTENEDORES	 CONTENEDOR EN "Y" CH1	 FONDO CILINDRICO CH2	 TINAJA CH3	 CILINDRICO CV1	 ESFERICO CV2	 COMPUESTO CV3	 CONICO CV4
	MECANISMOS	MECANICO		HIDRAULICO	ELECTRICO		CONCEPTO1 ——— CONCEPTO2 - - - CONCEPTO3 - · - · CONCEPTO4 - · · ·	
3.- TRANSMISIÓN DE POTENCIA	MECANISMOS	 TREN DE ENGRANES T1	 BANDAS Y POLEAS T2	 REDUCTOR HIDRÁULICO T3	 REDUCTOR POR VARIACION DE FRECUENCIA T4			
	4.- MEZCLADO Y AMASADO	PA	HORIZONTAL					
ASPAS		 HELICOIDALES ENCONTRADA MH1	 SIGMA MH2	 DOBLES MH3	 HELIX MH4	 RECTAS MH5		
4.- MEZCLADO Y AMASADO	PA	VERTICAL						
	ASPAS	 COMPUESTA MV1	 AGITADOR FIJO MV2	 HELIX MV3	 CUCHILLAS MV4	 PALETAS MV5	 RECTAS MV6	 DOBLES MV7
5.- DESALOJO	PA	MANUAL			AUTOMÁTICA			
	MECANISMOS	 PALANCA DM1	 VOLANTE DM2	 COMPUERTA DM3	 TORNILLO DA1	 ENGRANES DA2		

Fig. 3.6 "Generación de conceptos a partir de la matriz morfológica"

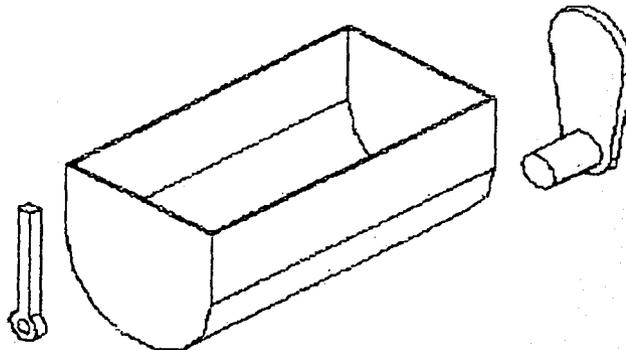
- Concepto 1 ———
- Concepto 2 ———
- Concepto 3 - - -
- Concepto 4 — . . —

Se usará la misma escala de calificación que en los sistemas funcionales.

- 5 = Excelente
- 4 = Bueno
- 3 = Regular
- 2 = Malo
- 1 = Muy malo

Las figuras 3.7 a la 3.10 muestran los conceptos generados, los conceptos generados para los sistemas exteriores y la descripción de cada uno de ellos, la tabla 3.8 muestra las calificaciones para cada concepto. De esta forma se observa que el *Concepto 4* resulta con mejor calificación que los demás y será el utilizado para la propuesta de diseño de la máquina mezcladora-amasadora.

**CONCEPTO 1**



**Fig. 3.7**  
**"Concepto 1"**

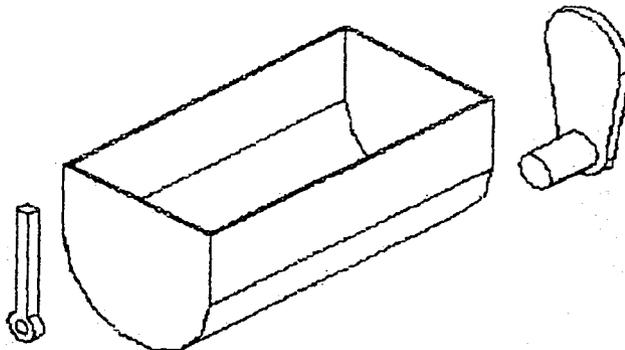
- Concepto 1 -----
- Concepto 2 \_\_\_\_\_
- Concepto 3 - - - -
- Concepto 4 - . . . -

Se usará la misma escala de calificación que en los sistemas funcionales.

- 5 = Excelente
- 4 = Bueno
- 3 = Regular
- 2 = Malo
- 1 = Muy malo

Las figuras 3.7 a la 3.10 muestran los conceptos generados, los conceptos generados para los sistemas exteriores y la descripción de cada uno de ellos, la tabla 3.8 muestra las calificaciones para cada concepto. De esta forma se observa que el *Concepto 4* resulta con mejor calificación que los demás y será el utilizado para la propuesta de diseño de la máquina mezcladora-amasadora.

**CONCEPTO 1**

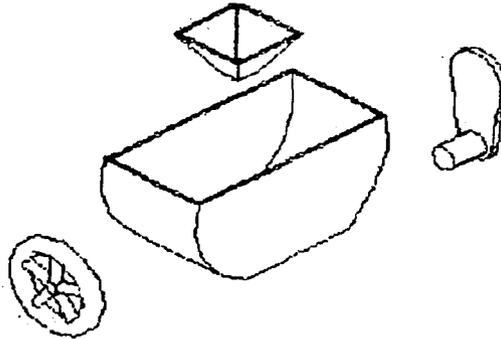


**Fig. 3.7**  
**"Concepto 1"**

**Código:** AM2-CH2-T2-DM1

El contenedor es cilíndrico de eje horizontal, la alimentación es manual, la transmisión es por bandas y poleas y el desalajo es auxiliado por una palanca.

**CONCEPTO 2**

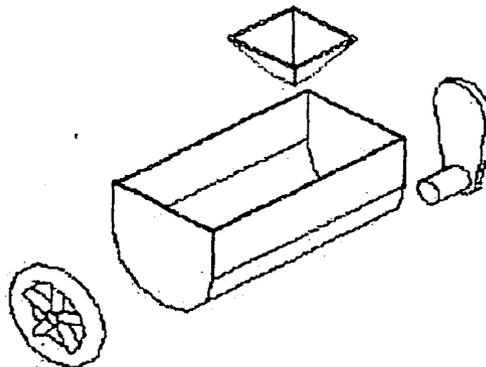


**Fig. 3.8**  
"Concepto 2"

**Código:** AM1-CH3-T1-DM2

El contenedor es una tinaja de eje horizontal, la alimentación es auxiliada por una tolva, la transmisión es por engranes y el desalajo es auxiliado por un volante.

**CONCEPTO 3**

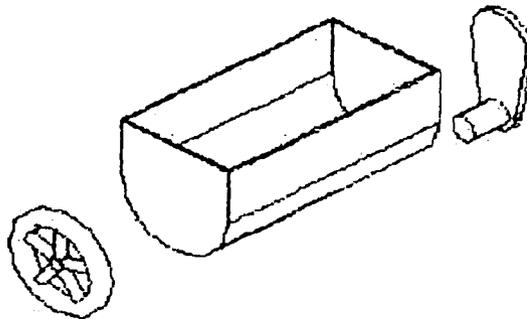


**Fig. 3.9**  
"Concepto 3"

**Código:** AM1-CH2-T2-DM2

El contenedor es cilíndrico de eje horizontal, la alimentación es auxiliada por una tolva, la transmisión es por bandas y poleas y el desalajo es auxiliado por un volante.

**CONCEPTO 4**



**Fig. 3.10**  
"Concepto 4"

**Código:** AM2-CH2-T2-DM2

El contenedor es cilíndrico de eje horizontal, la alimentación es manual, la transmisión es por bandas y poleas y el desalajo es auxiliado por un volante.

Criterios.	Concepto Final.				
	1	2	3	4	Ideal
Facilidad de ensamble.	5	3	4	5	5
Simplicidad en formas y partes.	5	3	4	5	5
Costo.	5	3	4	5	5
Cantidad de componentes.	5	2	4	5	5
Volumen ocupado.	4	3	3	5	5
Suma.	24	14	19	25	25
Valor relativo de X.	0.96	0.56	0.76	<u>1</u>	1

**Tabla 3.8**  
"Matriz de decisión de conceptos"

El concepto mejor calificado fue el cuatro, un arreglo formado por un contenedor cilíndrico de eje horizontal, alimentación manual y transmisión por bandas y poleas, con el desalojo auxiliado por un volante. Con este resultado se procede a la etapa de diseño de detalle, donde se fabricará un banco de pruebas para agitadores con el concepto mejor calificado resultado de este capítulo (tabla 3.8). La selección de los agitadores propuestos a fabricar se hace sobre la base de los resultados de la tabla 3.6, se montaran estos en el banco de pruebas para determinar cual es el mejor. Una vez obtenido el mejor agitador se propone un arreglo final del prototipo.

# **DISEÑO DE DETALLE.**

## **INTRODUCCIÓN**

En el capítulo 3 se obtuvo como resultado un concepto global que es la combinación de los sistemas de alimentación, contenedor, transmisión y desalajo, así como 3 diferentes agitadores con buena calificación. Tomando esto como base, se propone un banco de pruebas (modelo), para evaluar el funcionamiento de los agitadores, y así configurar la máquina completa (prototipo), que resultará de este trabajo de tesis. Una de las principales preocupaciones en el uso de modelos a escala en el diseño de máquinas industriales, es el comportamiento de los modelos con respecto a los prototipos a escala 1:1, para aclarar esto se procede a realizar un análisis dimensional y de semejanza, analizando primero el tipo genérico de máquina y posteriormente particularizando al tipo específico, materia de este trabajo de tesis. Con esto se determinan las principales variables que intervienen en el problema y se diseña el modelo a utilizar. Finalmente se fabrica dicho modelo, con una descripción de la metodología de los ensayos realizados, analizando los resultados y definiendo el prototipo final.

### **4.1 ANÁLISIS DIMENSIONAL Y SEMEJANZA**

Una máquina es un transformador de energía, es decir, absorbe energía de una clase y restituye energía de otra clase. Las máquinas se clasifican en grupos: máquinas hidráulicas, máquinas herramientas, máquinas eléctricas, etc.

En nuestro caso particular, la máquina mezcladora - amasadora se puede considerar como una máquina hidráulica, donde el fluido utilizado es la masa para tamal, por lo cual se toma en consideración lo siguiente:

# 4

## **DISEÑO DE DETALLE.**

### **INTRODUCCIÓN**

En el capítulo 3 se obtuvo como resultado un concepto global que es la combinación de los sistemas de alimentación, contenedor, transmisión y desalajo, así como 3 diferentes agitadores con buena calificación. Tomando esto como base, se propone un banco de pruebas (modelo), para evaluar el funcionamiento de los agitadores, y así configurar la máquina completa (prototipo), que resultará de este trabajo de tesis. Una de las principales preocupaciones en el uso de modelos a escala en el diseño de máquinas industriales, es el comportamiento de los modelos con respecto a los prototipos a escala 1:1, para aclarar esto se procede a realizar un análisis dimensional y de semejanza, analizando primero el tipo genérico de máquina y posteriormente particularizando al tipo específico, materia de este trabajo de tesis. Con esto se determinan las principales variables que intervienen en el problema y se diseña el modelo a utilizar. Finalmente se fabrica dicho modelo, con una descripción de la metodología de los ensayos realizados, analizando los resultados y definiendo el prototipo final.

### **4.1 ANÁLISIS DIMENSIONAL Y SEMEJANZA**

Una máquina es un transformador de energía, es decir, absorbe energía de una clase y restituye energía de otra clase. Las máquinas se clasifican en grupos: máquinas hidráulicas, máquinas herramientas, máquinas eléctricas, etc.

En nuestro caso particular, la máquina mezcladora - amasadora se puede considerar como una máquina hidráulica, donde el fluido utilizado es la masa para tamal, por lo cual se toma en consideración lo siguiente:

Las máquinas hidráulicas, son aquellas en las que un fluido proporciona la energía que absorbe la máquina (por ejemplo, el agua que se suministra a una turbina), o bien aquellas en que el fluido es el receptor de energía (por ejemplo una bomba centrífuga, un ventilador, etc.), y tienen la característica de que el fluido al intercambiar su energía, su densidad no varía sensiblemente en su paso a través de la máquina, por lo cual en el diseño y estudio de la misma se hace la hipótesis de que la densidad ( $\rho$ ) permanece constante.

Si se considera al mezclador como una bomba de carcasa abierta, la energía  $P$  comunicada al fluido, generará una velocidad de circulación  $Q$  en el depósito, asociada a una determinada carga  $H$  del mismo, que se emplea en mover el fluido a lo largo de una determinada trayectoria y desarrollando un alto grado de turbulencia. El grado de turbulencia es máximo en la vecindad de las aspas y el líquido deberá circular con tanta frecuencia como sea posible por esta región, por tanto, el diseño del impulsor seleccionado debe procurar un reparto satisfactorio de la energía transmitida al líquido, entre flujo y turbulencia.

Algunos impulsores pueden clasificarse como de tipo "cizalla", llamados así por los grandes esfuerzos de cizalla turbulentos que generan en las proximidades de las aspas, lo que los hace apropiados para procesos de mezclas dispersantes. Otros son los del tipo "circulación", que generan corrientes de gran velocidad por todo el recipiente, estos son adecuados para la mezcla turbulenta de líquidos poco viscosos. Los agitadores de tornillo son del tipo circulación y apropiados para la mezcla laminar de productos muy viscosos. Los agitadores de paleta se usan para procesos de características intermedias de acuerdo a los descritos anteriormente. En algunos casos, se pueden calcular los tiempos de circulación promedio a partir de la capacidad de bombeo y se pueden relacionar los tiempos terminales de mezcla con la velocidad de circulación promedio.

### **Variables en Máquinas Hidráulicas**

Las variables que intervienen en un problema cualquiera de mecánica de fluidos se pueden reducir a:

La fuerza ( $F$ ), la longitud ( $L$ ), la velocidad ( $v$ ), la densidad ( $\rho$ ), la viscosidad dinámica ( $\eta$ ), la aceleración de la gravedad ( $g$ ), la velocidad del sonido ( $c$ ), y la tensión superficial ( $\sigma$ ).

Se necesitan ensayos experimentales en los que se introduzcan y comprueben las variantes de diseño, un procedimiento es el siguiente:

- a) Construir el prototipo a tamaño real.
- b) Considerar una de las variables como variable dependiente, función de las restantes que intervienen en el fenómeno[11].

Los resultados que se obtienen en un banco de pruebas, se pueden representar mediante curvas. Una función de una variable es posible representarla por una curva, una función de dos variables se puede representar por una familia de curvas, una curva para cada valor de la tercera variable, y así sucesivamente.

La fabricación de un prototipo a escala 1:1 no fue considerada en este trabajo de tesis, ya que es necesario primeramente conocer el comportamiento de todas las variables.

En cuanto al trabajo experimental, se tiene que para cada curva son necesarios 10 puntos experimentales y cada ábaco ha de tener 10 curvas y se requieren 10 ábacos, la representación experimental de un fenómeno con tres variables independientes requeriría 1000 puntos experimentales. Ahora bien, el costo de obtención de un solo punto experimental puede ser muy elevado. Si las variables independientes son más de tres, el problema se complica en progresión geométrica.

En la práctica, la fabricación de un prototipo a escala 1:1, se puede sustituir por lo siguiente:

- 1.- No se ensaya un prototipo a escala 1:1, sino un modelo reducido, por ejemplo a escala 1:10 ó 1:100.

En cuanto al trabajo experimental, se puede substituir por lo siguiente:

2.- Reducir el número de variables. En mecánica de fluidos se puede reducir el número de variables en la mayor parte de los casos a una variable dependiente y a otra independiente.

La fabricación de un modelo a escala plantea el siguiente problema; ¿cómo predecir el comportamiento del prototipo a partir de los resultados obtenidos experimentalmente en un modelo a escala?. Una vez resuelto este problema queda abierto el camino a la experimentación con modelos.

La nueva condición experimental, plantea el problema de la reducción del número de variables. En primer lugar las ocho previamente citadas se han logrado reducir a cinco variables o números adimensionales, que son:

El número de Euler

$$Eu = \frac{v}{\sqrt{2\Delta p / \rho}} \quad (4.1)$$

El número de Reynolds

$$Re = \frac{vL\rho}{\eta} \quad (4.2)$$

El número de Froude

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{Lg}} \quad (4.3)$$

El número de Mach

$$Ma = \frac{v}{c} \quad (4.4)$$

El número de Weber

$$We = \frac{v}{\sqrt{\sigma / \rho L}} \quad (4.5)$$

De esta manera, el caso general del estudio de un fenómeno donde interviene un fluido, consistirá en la investigación experimental de la siguiente relación:

$$Eu = f(Fr, Re, Ma, We) \quad (4.6)$$

**Además, antes de abordar experimentalmente un problema mediante ensayos con un modelo reducido, se hace necesario un estudio previo para determinar cual de los cinco números enumerados anteriormente (fuerzas debidas al gradiente de presiones, a la gravedad, a la viscosidad, a la elasticidad y a la tensión superficial), es aquella que fundamentalmente interviene en el problema, considerando lo siguiente:**

1. Número de Reynolds: Relación entre las fuerzas inerciales y las fuerzas de fricción.

a).- Si solo interviene la fuerza debida al gradiente de presiones, el número de Euler (Eu), será automáticamente igual en el prototipo que en el modelo.

b).- Si además de la fuerza debida al gradiente de presiones interviene solo la gravedad, el número de Euler se reduce a:

$$Eu = f(Fr) \quad (4.7)$$

Y se harían los ensayos de manera que los números de Froude (Fr), sean iguales en el modelo y en el prototipo, y solo entonces serán iguales también los números de Euler.

c).- Si además de la fuerza debida al gradiente de presiones interviene solo la viscosidad, el número de Euler se reduce a:

$$Eu = f(Re) \quad (4.8)$$

Y se harían los ensayos de manera que los números de Reynolds (Re), sean iguales en el modelo y en el prototipo, y solo entonces serán iguales los números de Euler.

d).- Si además de la fuerza debida al gradiente de presiones interviene solo la elasticidad, el número de Euler se reduce a:

$$Eu = f(Ma) \quad (4.9)$$

Y se harían los ensayos de manera que los números de Mach (Ma), sean iguales en el modelo y en el prototipo, y solo entonces serán iguales también los números de Euler.

e).- Si además de la fuerza debida al gradiente de presiones interviene solo la tensión superficial, el número de Euler se reduce a:

$$Eu = f(We) \quad (4.10)$$

Y se harían los ensayos de manera que los números de Weber (We), sean iguales en el modelo y en el prototipo, y solo entonces serán iguales los números de Euler.

De la pregunta formulada anteriormente: ¿cómo predecir el comportamiento del prototipo a partir de los resultados obtenidos experimentalmente en un modelo a escala? Se resuelve así:

1- El modelo ha de ser geoméricamente semejante al prototipo.

Es evidente que si no se cumple esta condición, la comparación de resultados entre el modelo y el prototipo es imposible. En adelante se designará con el subíndice "p" las magnitudes del prototipo y con el subíndice "m" las del modelo.

Por tanto las longitudes L, superficies A, y volúmenes V homólogos del prototipo y del modelo han de verificar las siguientes relaciones:

$$\frac{L_p}{L_m} = \lambda^1, \quad \frac{A_p}{A_m} = \lambda^2, \quad \frac{V_p}{V_m} = \lambda^3 \quad (4.11)$$

Donde  $\lambda$  es la escala del prototipo con relación al modelo.

2 – El modelo ha de ser dinámicamente semejante al prototipo.

Para que los fenómenos en el modelo y en el prototipo sean comparables no basta que los modelos de estructuras o máquinas hidráulicas sean geoméricamente semejantes a los prototipos, sino que también los flujos, o sea, las líneas de corriente, han de ser semejantes. Para ello es necesario que las velocidades, aceleraciones, fuerzas, etc, se hallen también en relaciones bien determinadas, estas relaciones se deducen de la igualdad de los números de Euler, de los de Froude o los de Reynolds, etc, según los casos.

Para perfecta semejanza dinámica se deben cumplir simultáneamente las siguientes igualdades:

$$Eu_m = Eu_p \quad (4.12)$$

$$Ff_m = Fr_p \quad (4.13)$$

$$Re_m = Re_p \quad (4.14)$$

$$Ma_m = Ma_p \quad (4.15)$$

$$We_m = We_p \quad (4.16)$$

**El cumplimiento simultaneo de estas cinco igualdades es imposible en el ensayo de modelos reducidos, porque estas ecuaciones prácticamente solo pueden cumplirse si la escala es 1:1. Por eso se escoge una sola, la que más se ajuste el fenómeno en cuestión [9].**

El número de Reynolds mide la importancia relativa de cada una de las variables que intervienen en el fenómeno es decir la  $\rho$ ,  $\eta$ ,  $v$ ,  $L$ , en el que la fuerza predominante es la viscosidad. Cuanto mayor es el número de Reynolds menor importancia tiene la fuerza de viscosidad en el fenómeno, y viceversa. No es la viscosidad dinámica  $\eta$  el parámetro decisivo, sino el Reynolds.

De acuerdo a lo antes descrito y para efectos de diseño y análisis, se considera que el factor que predomina para el modelo es la viscosidad, para lo cual el número de Reynolds es el parámetro adimensional de semejanza, y por lo tanto en el ensayo con el modelo, la fuerza de

viscosidad ha de tener la misma importancia que tendrá en el prototipo, los números de Reynolds en el prototipo y en el modelo habrán de ser iguales:

$$Re_m = Re_p \quad (4.17)$$

**Si en el ensayo con el modelo, la fuerza de viscosidad tiene la misma importancia que tiene en el prototipo, los números de Reynolds en el modelo y el prototipo habrán de ser iguales. El número de Reynolds es el parámetro adimensional de semejanza en los problemas con predominio de la viscosidad [9].**

Al utilizar el mismo fluido en el modelo y en el prototipo, es decir,  $v_m = v_p$ , la relación de velocidades según la ley de Froude será:

$$\frac{v_p}{v_m} = \sqrt{\lambda} \quad (4.18)$$

y según la ley de Reynolds, siendo  $Re_p = Re_m$  y por tanto  $v_p L_p = v_m L_m$  será:

$$\frac{v_p}{v_m} = \frac{L_m}{L_p} = \frac{1}{\lambda} \quad (4.19)$$

**Es imposible cumplir ambas condiciones simultáneamente, excepto para el caso  $\lambda = 1$ . Por lo cual si en el problema predomina la fuerza de gravedad sobre la viscosidad, se ensayará el modelo según la ley de Froude. Si por el contrario, en el problema predomina la viscosidad sobre la gravedad se adoptara la ley de Reynolds.**

#### 4.2. PARAMETROS CUANTIFICABLES EN EL BANCO DE PRUEBAS

Los datos cuantificables en el banco de pruebas pueden ser clasificados en dos categorías, unos se consideran constantes y otras variables. En resumen, los datos de que se disponen son los siguientes:

$D$  = diámetro del agitador [m].

$\omega$  = velocidad del agitador [rpm].

$P$  = potencia del agitador [Watts].

$Q$  = flujo volumétrico [ $m^3/s$ ].

$\rho$  = densidad del fluido [ $kg/m^3$ ]

$\mu$  = viscosidad del fluido [ $kg/m s$ ].

$t$  = tiempo de mezclado-amasado [seg]

$g$  = gravedad en la Ciudad de México [ $g = 9.78 m/s^2$ ]

De acuerdo al listado anterior se puede agrupar a estos factores en la tabla 4.1.

Datos	Tipo de factor.	
	Constante.	Variable.
$D$ = diámetro del agitador.	X	
$\omega$ = velocidad del agitador	X	
$P$ = potencia del agitador.		X
$Q$ = flujo volumétrico.	X	
$\rho$ = densidad del fluido	X	
$\mu$ = viscosidad del fluido.	X	
$t$ = tiempo de mezclado - amasado		X
$g$ = gravedad local.	X	

**Tabla 4.1**

“Parámetros cuantificables del banco de pruebas”

El análisis dimensional predice la correlación de la potencia necesaria de un agitador sumergido en un fluido por medio de varios grupos adimensionales, que se especifican de la siguiente manera (método de Hunsaker y Rightmire)[9].

Paso 1: Escribir las variables que se consideran significativas en el fenómeno:

$$P, Q, D, \omega, \rho, \mu.$$

Paso 2: Describir las dimensiones de cada variable.

$$[ML^2T^{-3}] \quad [LT^{-1}] \quad [L] \quad [T^{-1}] \quad [ML^{-3}] \quad [ML^{-1}T^{-1}].$$

Paso 3: Determinar el número de variables con (m) dimensiones y el número de (n) dimensiones de importancia.

$$m = 6.$$

$$n = 3$$

$$m - n = 6 - 3 = 3$$

en este paso se determina el total de números adimensionales que intervienen en el fenómeno, en resumen, se tendrán 3 números adimensionales de importancia. Estos parámetros se denominan productos  $\pi$ .

Paso 4: Escoger n variables de las que tienen dimensión (n = 3) que representan una característica geométrica, una característica cinemática y una propiedad. Estas variables aparecen en todos los grupos  $\pi$ .

$$\text{Geométrica: } D = L.$$

$$\text{Cinemática: } \omega = T^{-1}.$$

$$\text{Propiedad: } \rho = ML^{-3}.$$

Paso 5: Escribir las ecuaciones en dimensiones y despejar las dimensiones en función de las variables.

$$L = D.$$

$$T = \frac{1}{\omega}$$

$$M = \rho L^3 = \rho D^3.$$

**Paso 6:** En las variables restantes, reemplazar las dimensiones por las ecuaciones previas.

$$P = [\rho D^3] [D^2] \left[\frac{1}{\omega}\right]^3 = \rho D^5 \omega^3.$$

$$Q = [D^3] \left[\frac{1}{\omega}\right]^1 = \omega D^3.$$

$$\mu = [\rho D^3] [D]^{-1} \left[\frac{1}{\omega}\right]^1 = \rho D^2 \omega.$$

**Paso 7:** Los grupos  $\pi$  se definen por las ecuaciones encontradas.

$$\pi_1 = \frac{P}{\rho \omega^3 D^5} = \phi = \text{Función de potencia.}$$

$$\pi_2 = \frac{\rho \omega D^2}{\mu} = R_e = \text{Número de Reynolds.}$$

$$\pi_3 = \frac{Q}{\omega D^3} = \delta = \text{Función de flujo.}$$

**Paso 8:** Dibujar las gráficas de los números  $\pi$

Además de estos números adimensionales se tienen una serie de factores de forma:

$$\frac{W}{D}, \quad \frac{S}{D}, \quad \frac{H}{L}$$

Donde:

W = Altura del agitador (m).

D = Diámetro del agitador (m).

H = Altura o profundidad del fluido (m).

Puede emplearse cualquier otro grupo de unidades compatibles. Si se emplean modelos geoméricamente semejantes, los factores de forma pueden reunirse en una sola constante con la función de potencia. Con lo anterior queda demostrado que el número adimensional que influye en el modelo de la máquina Mezcladora-Amasadora es el número de **Reynolds** debido a que involucra la densidad, la viscosidad, el diámetro del impulsor y la velocidad angular de este.

### **4.3. FABRICACIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS**

De la tabla 3.8 se obtiene el concepto de mejor calificación, este servirá de base para la elaboración del banco de pruebas, que tendrá como fin el poder evaluar bajo las mismas condiciones el desempeño (en cuanto a tiempo y calidad del amasado se refiere) que entregan los tres diferentes agitadores mejor calificados de la tabla 3.5.

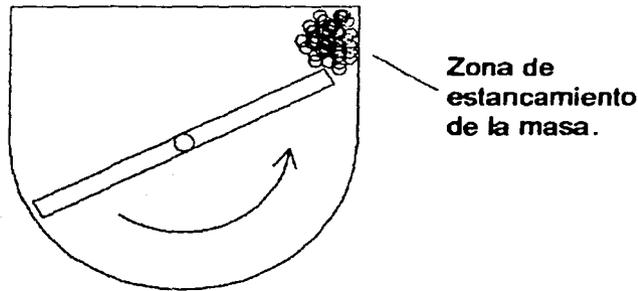
El banco tendrá como principales condicionantes: Que sea de rápida fabricación, que maneje una cantidad representativa del volumen requerido por los productores de tamales (referido en el capítulo 1), así como contar con los elementos requeridos del concepto final obtenido en el capítulo 3 de la máquina Mezcladora-Amasadora.

De acuerdo a la matriz de decisión para el contenedor (tabla 3.4), se concluye que la mejor posición del contenedor debe ser horizontal, gracias a la ventaja de eliminar la formación de vórtices que son perjudiciales por lo descrito en el capítulo 1, otra de las ventajas es de no requerirse de deflectores como en los contenedores verticales, con esto se reduce la cantidad de material disminuyendo costos por este concepto.

Una tercera ventaja de un contenedor horizontal con respecto a uno vertical, es la facilidad de desalojar el material amasado sin necesidad de primero retirar el agitador y posteriormente vaciar el contenedor, con lo cual con el giro en conjunto del contenedor y el agitador se facilita esta tarea.

Durante la investigación realizada en el capítulo 1, y de la consulta a diferentes productores de tortillas y tamales, se detectó el problema que en la parte superior de las

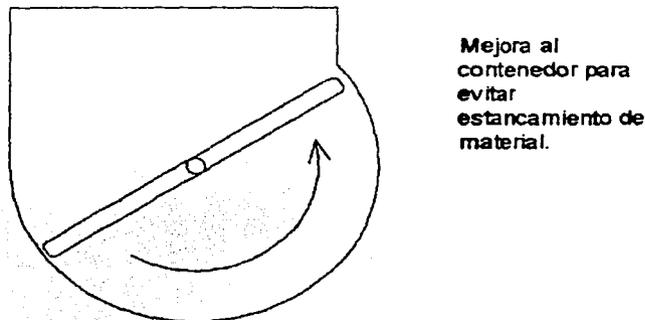
amasadoras comerciales se generan estancamientos, debido a que se pegan pequeñas cantidades de producto al final de la curvatura del contenedor como se muestra en la Fig. 4.1. Esto provoca que el operario tenga que bajar el exceso de masa, ya sea con la mano o con algún objeto, poniendo en riesgo la seguridad del operario y/o el funcionamiento de la máquina.



**Fig. 4.1**

“Corte transversal donde se muestra el estancamiento de masa en modelos comerciales”

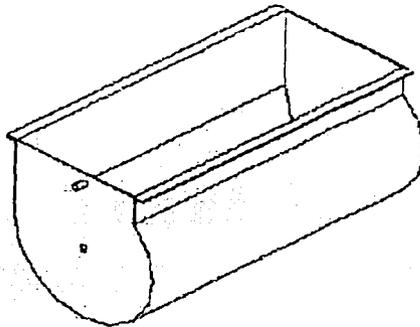
Para evitar este tipo de estancamientos, se propone una modificación a la forma del contenedor que consiste en continuar la sección circular del contenedor como lo muestra la Fig. 4.2, de modo que el material no tenga posibilidad de pegarse al contenedor. Con esta nueva geometría se procedió a calcular las medidas del contenedor requerido para el banco de pruebas Figuras 4.2 y 4.3.



**Fig. 4.2**

“Mejora en contenedor”

Se dimensiona el banco de pruebas con las características para 5 Kg. de capacidad, considerando algunas recomendaciones hechas en el capítulo 1, del cual se desprende que la capacidad del contenedor recomendada debe ser mayor en un 25% a su capacidad real para evitar el rebose de material (masa para tamal) al momento de estar en funcionamiento la máquina.



**Fig. 4.3.**  
"Perspectiva del contenedor mejorado"

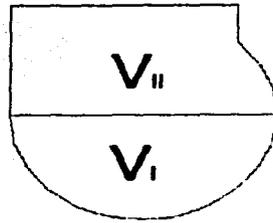
**Cálculo de las dimensiones del contenedor.** De la Ec. 4.20, se despeja el Volumen total ( $V_T$ ) conociendo la densidad ( $\rho$ ) y la masa ( $m$ ), y cuyos valores son de  $875\text{kg/m}^3$  (Valor obtenido del capítulo 1) y 5 Kg respectivamente.

$$\rho = \frac{m}{V_T} \quad (4.20)$$

$$V_T = \frac{m}{\rho}; \text{ sustituyendo}$$

$$V_T = \frac{5}{875} = 0.0057\text{m}^3 \quad (4.21)$$

Por otro lado, el volumen total ( $V_T$ ) del contenedor es la suma del volumen del semi-cilindro inferior ( $V_1$ ) más el volumen de la geometría superior ( $V_2$ ). Ec. 4.22



**Fig. 4.4**

**“Configuración de los volúmenes del contenedor”**

$$V_T = V_I + V_{II} \quad (4.22)$$

El volumen total se distribuye por la mitad para las 2 geometrias, (Ec. 4.23).

$$V_I = \frac{V_T}{2} \quad \text{y} \quad V_{II} = \frac{V_T}{2} \quad (4.23)$$

Pero para el volumen superior ( $V_{II}$ ), se considera un 25% más de volumen para evitar rebose del producto (según lo explicado en el capítulo 1) Ec. 4.24.

$$V_{II} = \frac{1.25V_T}{2} \quad (4.24)$$

El volumen  $V_I$  se calcula fijando el largo del recipiente en 30 cm, el volumen del semicilindro esta dado por la Ec. 4.25, así pues hay que calcular el radio ( $r$ ) mostrado en la Fig. 4.5, despejando el radio de esta última ecuación y recordando el valor de  $V_I$  de la Ec. 4.23 se calcula el radio. Ec 4.26

$$L = 30 \text{ cm.}$$

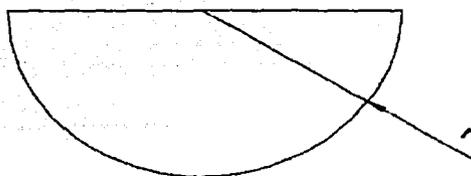


Fig. 4.5

“Radio del semicilindro”

$$V_I = \frac{Lr^2}{2} \quad (4.25)$$

$$V_I = \frac{V_T}{2} = \frac{0.0057}{2} = 0.00286 \text{ m}^3$$

$$r = \sqrt{\frac{2V_I}{\pi L}} = \sqrt{\frac{2 \times 0.00286}{0.3 \times 3.1416}} = 0.078 \text{ m} \quad (4.26)$$

$$\therefore r = 0.078 \text{ m.}$$

El  $V_{II}$ , se divide en cuatro sectores como ilustra la figura 4.6, que tendrán igual forma que en el volumen  $V_I$ , una longitud de 30 cm.

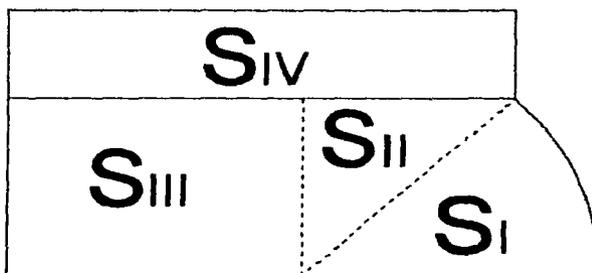


Fig. 4.6

“Subdivisión en sectores del volumen  $V_{II}$ ”

Para el sector  $S_I$  se tiene la figura 4.7.

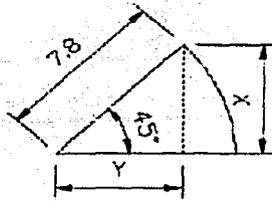


Fig. 4.7

“diagrama del sector  $S_I$ ”

$$\text{Sen } 45^\circ = \frac{X}{7.8} \Rightarrow X = 7.8 \times \text{sen } 45^\circ$$

$$X = 5.5154 \text{ cm e igualmente } Y = 5.5154 \text{ cm} \quad (5.27)$$

Quedando las demás dimensiones como se muestra en la figura 4.8.

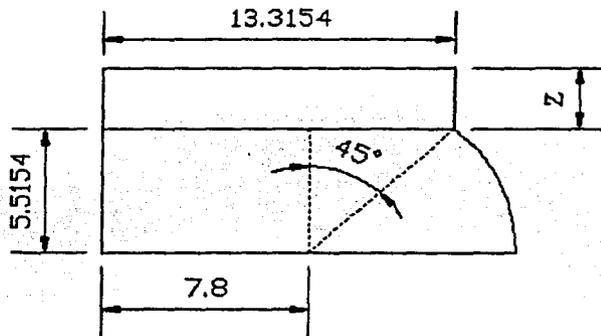


Fig. 4.8

“Dimensión faltante”

Solo falta determinar la dimensión  $Z$  de la figura 4.8, para ello se emplea la condición dada en la Ec. 4.27, por otro lado el volumen  $V_{II}$  estará determinado por las áreas de los sectores  $S_I$  a  $S_{IV}$  multiplicados por la longitud del contenedor.

$$V_{II} = (S_I + S_{II} + S_{III} + S_{IV}) \times L \quad (4.28)$$

$$L = 30 \text{ cm.}$$

$$S_I = \frac{\pi r^2}{8} = \frac{\pi \times 7.8^2}{8} = 23.8918 \text{ cm}^2 \quad (4.29)$$

$$S_{II} = \frac{b \times h}{2} = \frac{5.5154 \times 5.5154}{2} = 15.2098 \text{ cm}^2 \quad (4.30)$$

$$S_{III} = b \times h = 5.5154 \times 7.8 = 43.0201 \text{ cm}^2 \quad (4.31)$$

$$S_{IV} = 13.3154 \times Z \text{ cm}^2 \quad (4.32)$$

De la ecuación 4.24 se tiene que:

$$V_{II} = \frac{1.25 \times V_T}{2} = \frac{1.25 \times 0.0057}{2} = 0.0035625 \text{ m}^3 = 3562.5 \text{ cm}^3 \quad (4.33)$$

Substituyendo las ecuaciones 4.29 a 4.32 en la Ec. 4.28:

$$(23.8918 + 15.2098 + 43.0201 + 13.3154Z) \times L = V_{II}$$

$$\text{despejando } Z = \frac{\frac{V_{II}}{30} - 82.1217}{13.3154} = \frac{\frac{3562.5}{30} - 82.1217}{13.3154} = 2.7508 \text{ cm}$$

$$\therefore Z = 2.7508 \text{ cm}$$

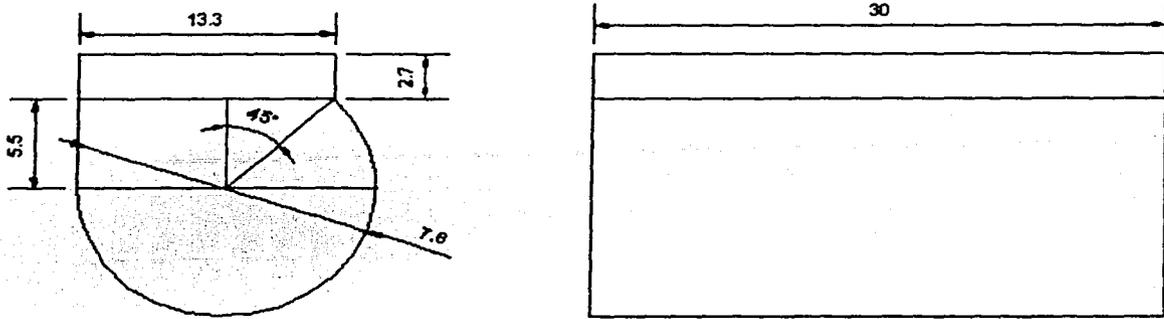
Las dimensiones finales se listan en la tabla 4.2

DIMENSION	Calculado (cm)	Ajustados (cm)
L	30	30
r	7.8	7.8
X	5.5154	5.5
Y	5.5154	5.5
Z	2.7508	2.7

Tabla 4.2

“Dimensiones finales del contenedor”

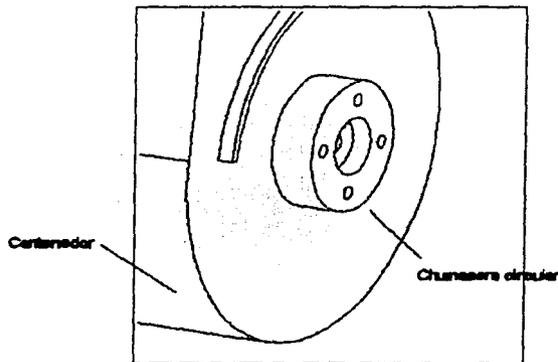
Con las dimensiones mostradas en la tabla 4.2 y Fig. 4.9, se construye el modelo de la máquina Mezcladora-Amasadora de acuerdo a las partes que la forman, con dimensiones, materiales y especificaciones de construcción mencionadas en los capítulos anteriores.



**Fig. 4.9**  
 “Dimensiones finales del contenedor”

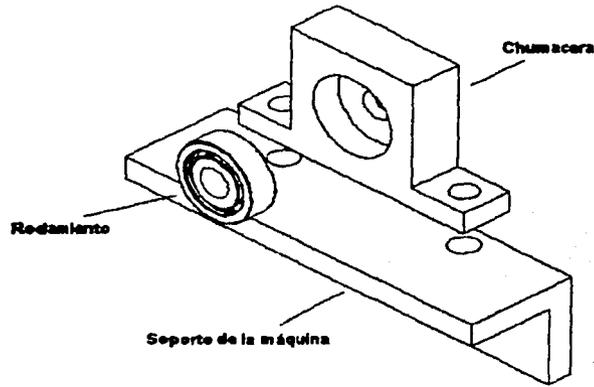
**Fabricación del banco de pruebas.**

Para sujetar el contenedor al eje de giro se colocarán dos rodamientos empotrados en chumaceras de modo que tengan libre giro para el desalojo. Estas chumaceras están sujetas al contenedor mediante tornillos por la parte externa del contenedor como se muestra en la Fig. 4.10.



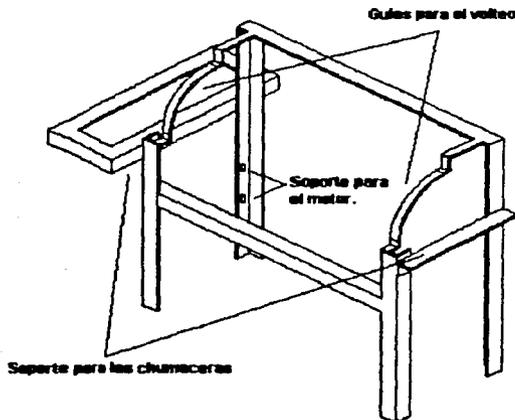
**Fig. 4.10**  
 “Montaje de las chumaceras al contenedor”

Para sujetar y fijar los ejes a la estructura se colocan dos chumaceras en ambos extremos una de ellas debe ser ciega para evitar el desplazamiento de la flecha. (Fig. 4.11).



**Fig. 4.11**  
 “Montaje de chumaceras a la estructura de la máquina”

La estructura de la máquina está fabricada con perfil estructural “L” de ½” pulgada, unida con soldadura eléctrica (Fig. 4.12).



**Fig. 4.12**  
 “Estructura de la máquina Mezcladora-Amasadora”

Ésta servirá de base para montar los diferentes sistemas de la máquina. El sistema de volteo se basa en dos pistas semicirculares sobre las que ruedan dos rodamientos unidos a los laterales del contenedor, tal como muestra la figura 4.13, así como un soporte extra para las poleas y el motor que se utilizara.

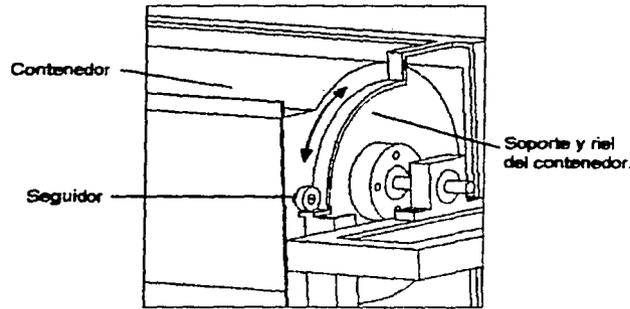


Fig. 4.13

“Detalle del sistema de volteo”

El sistema de cambio de agitador está formado por dos coples en forma de bridas con dos prisioneros que sirven para el cambio de los agitadores, de este modo solo se requiere quitar los tornillos para poder cambiarlos (Fig. 4.14).

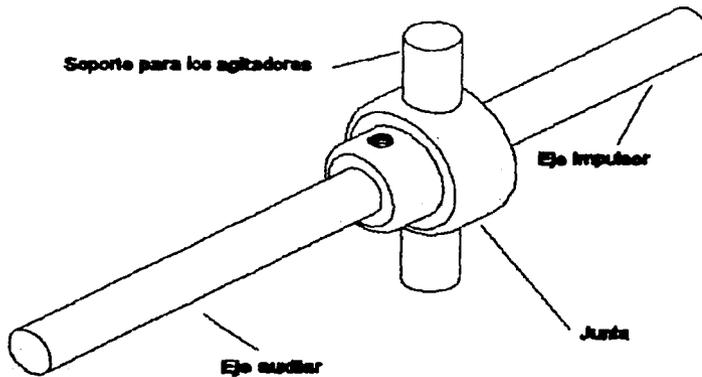
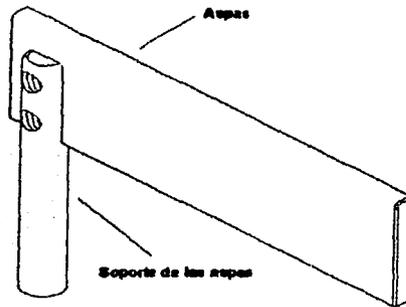


Fig. 4.14

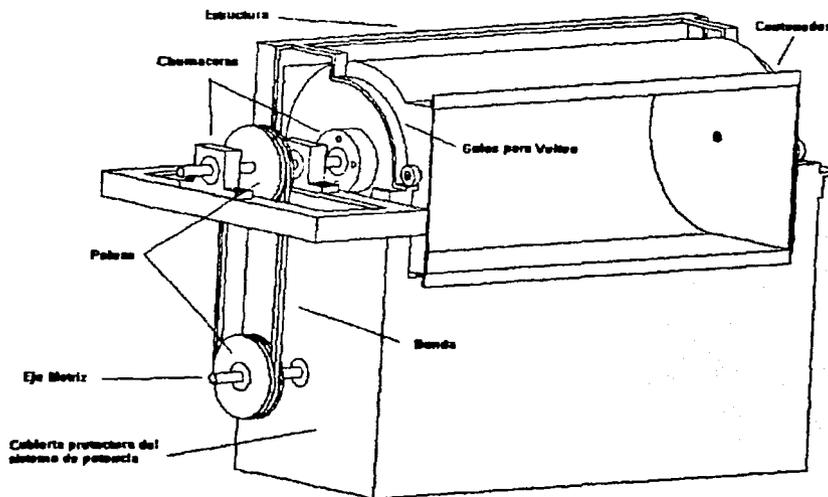
“Sistema de cambio de agitadores”

Para los agitadores se fabricó un soporte a modo de ensamble que consta de una pieza cilíndrica con barrenos para atornillar dos varillas que soportaran las paletas de los agitadores y serán fijadas por medio de tornillos y su ensamble será en el interior del contenedor (Fig. 4.15).



**Fig. 4.15**  
"Ensamble de los agitadores"

Todos los agitadores utilizan un aditamento extra que es un eje auxiliar que permite transmitir la potencia al extremo más alejado del agitador de modo que se eviten esfuerzos innecesarios en los agitadores. En la figura 4.16. se ilustra la configuración del modelo.

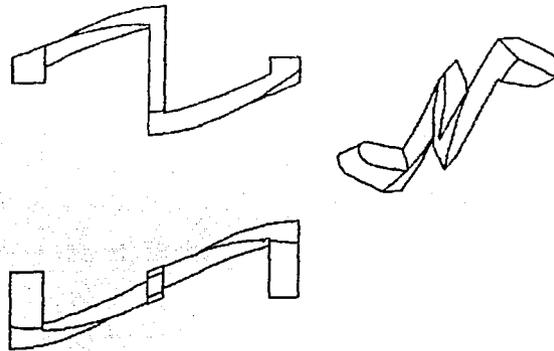


**Fig. 4.16**  
"Detalle del banco de pruebas"

**Fabricación de agitadores**

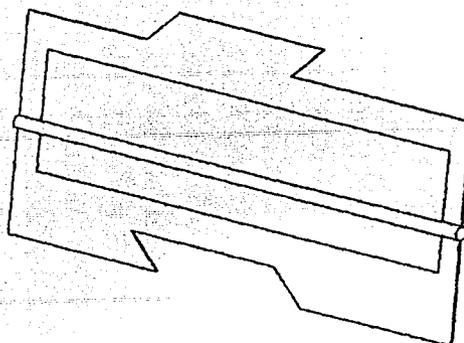
Durante la fabricación de los diferentes agitadores se tomaran en cuenta las diferentes recomendaciones citadas en los capítulos 1 y 3.

Para la fabricación del agitador tipo sigma (Fig. 4.17) se emplea el método de cera perdida debido a la facilidad de proceso, para lo cual se modela en cera la geometría del agitador, una vez terminado el modelo, se hizo un vaciado de yeso, este molde se hizo de una pieza. Con un soplete de gas se calentó el exterior del yeso para derretir la cera y desalojar la cavidad donde quedara hecho el modelo y posteriormente hacer el vaciado del material final del agitador, el material que se uso para el agitador es una resina de alta resistencia y rápido fraguado, una vez que fragua la resina, se rompe el molde para extraer el agitador, mismo que es preparado para montarse en el banco de pruebas después de limpiarlo y pulirlo.



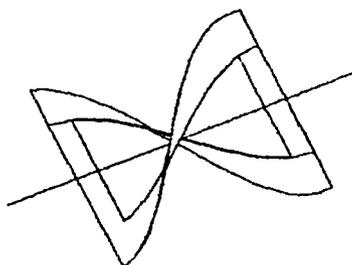
**Fig. 4.17**  
"Agitador sigma"

Para el agitador recto se corta una sección rectangular de lámina de calibre 18 y se corta una muesca en forma de rombo que facilitará el mezclado de los componentes de la masa, esta muesca será complementada con una muesca inversa en el otro álabe como se muestra en la figura 4.18, de modo que el barrido que no recorre un álabe lo recorra el otro de este modo se generara más cortantes en la masa.



**Fig. 4.18**  
"Agitador recto"

**Agitador helicoidal.** Se fabrica a partir de una par de soportes paralelos y un eje de giro de modo que estos soportes, sostienen por los extremos dos tramos de lámina, que al rotar  $45^\circ$  sobre el eje de giro forman álabes de forma elíptica, esto para la mejor circulación de la masa por todo el contenedor, de tal forma que el material pueda recorrer de forma transversal el contenedor y así lograr una mayor trayectoria de recorrido. Como se muestra en la figura 4.19.



**Fig. 4.19**  
"Agitador helicoidal"

### Arreglo final del banco de pruebas

El banco de pruebas esta conformado además por tres dispositivos necesarios para tomar las mediciones, un cronómetro para tomar los tiempos de Mezclado-Amasado, un amperímetro de gancho para medir la corriente consumida por el motor y un tacómetro para medir las revoluciones en el eje del agitador. El arreglo se muestra en las figuras 4.20 y 4.21, este es el modelo completo en el cual se harán las pruebas.

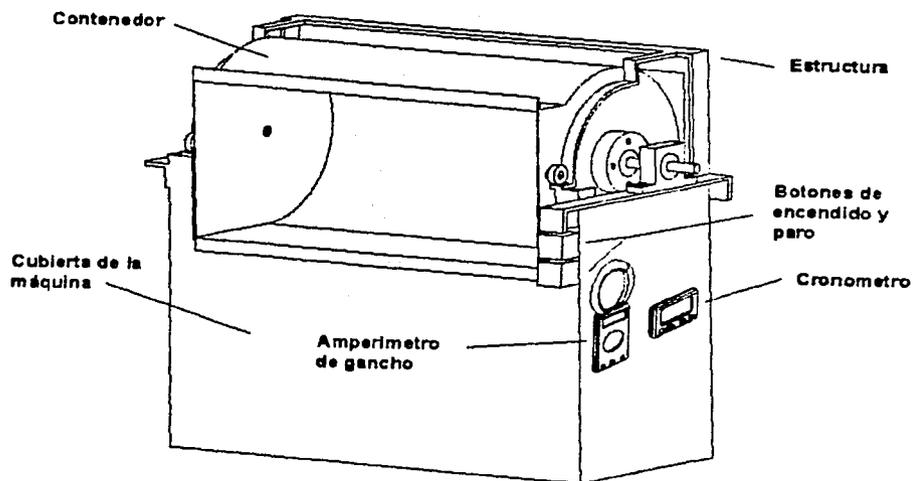


Fig. 4.20

“Configuración final del banco de pruebas”

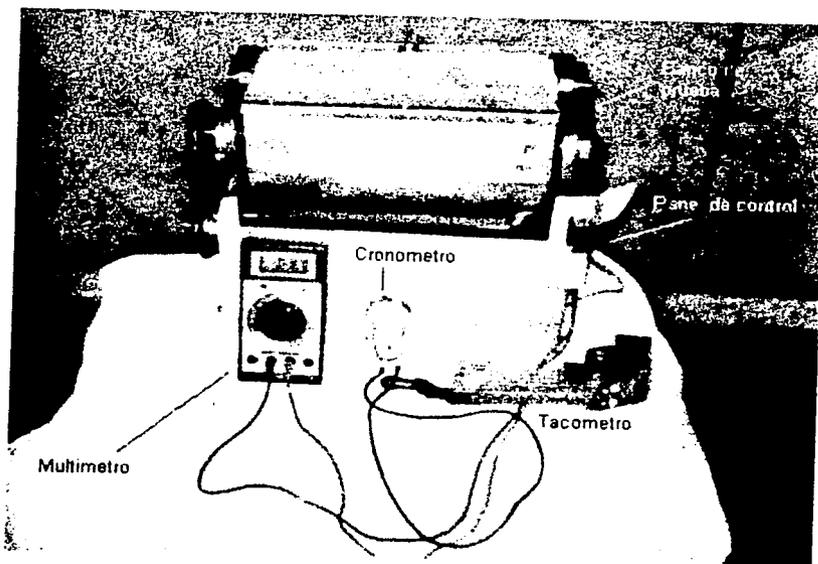


Fig. 4.21

“Configuración final del banco de pruebas”

#### **4.4 METODO DE EXPERIMENTACIÓN**

Procedimiento para la experimentación en el banco de pruebas

**Preparación:**

- Verificar el funcionamiento correcto de la máquina antes de operarla
- Tener los dispositivos auxiliares listos y a punto para operar (amperímetro, cronometro, tacómetro y un vaso de agua para verificar la flotabilidad de la masa)
- Vaciar las materias primas necesarias para la elaboración de la masa en el contenedor, de acuerdo al proceso técnico descrito en el capítulo 3
- Accionar la máquina
- Tomar las lecturas de los instrumentos en cada uno de los intervalos de tiempo designados
- Verificar la consistencia y flotabilidad de cada una de las muestras en todos los intervalos de tiempo designados

Para probar los diferentes agitadores, se procede a instalar cada uno de ellos en el banco de pruebas, atornillándolo firmemente, enseguida se prueba el funcionamiento en vacío y se comprueba el giro sin roce. El multímetro se conecta en serie en uno de los polos del motor. Una vez instalados correctamente el agitador y los instrumentos, se llena el contenedor con las materias primas de la masa para tamal enlistadas en la tabla 1.3 del capítulo 1. Con las materias primas en el contenedor se ajusta el cronómetro en ceros y se pone en funcionamiento para iniciar el proceso de mezcla, al cumplirse el intervalo de tiempo de un minuto se tomarán lecturas de corriente empleada, temperatura del motor y revoluciones del eje del agitador, se detiene el motor y se verifica la consistencia y flotabilidad de la masa, la prueba de flotabilidad se efectúa en un vaso con agua. Este procedimiento se repite hasta que la masa alcance la flotabilidad y consistencia deseada, acotando un intervalo de tiempo en el cual la masa alcanza el grado deseado, este procedimiento se aplica con los demás agitadores.

El objetivo principal de este banco de pruebas es obtener los siguientes datos experimentales:

1. La potencia requerida para mezclar-amasar, calculada a través de las lecturas de corriente y voltaje tomadas durante el experimento.



Con ayuda de la inspección visual anterior tabla 4.4 y la tabla 4.3 se procede a calificar los diferentes agitadores en la tabla 4.5, a modo de obtener el mejor agitador durante las experimentaciones y así definir el ideal para el prototipo de la máquina mezcladora-amasadora.

AGITADOR	POTENCIA REQUERIDA (Max)	TIEMPO DE AMASADO.	CUMPLE MOVIMIENTOS
RECTO			
HELICOIDAL			
SIGMA			

**Tabla 4.5**

“Datos requeridos para calificación del banco de pruebas”

### 4.5. RESULTADOS PARA EL BANCO DE PRUEBAS

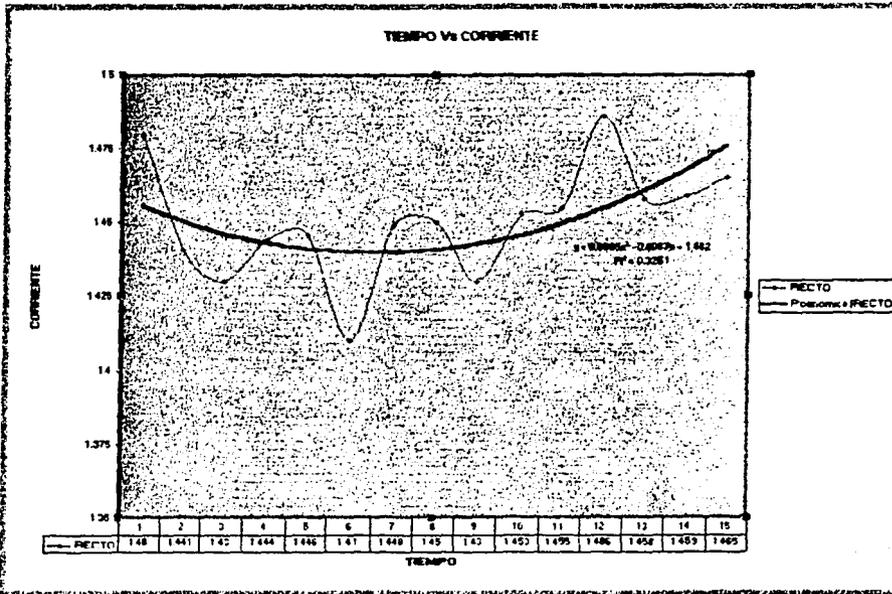
Los resultados obtenidos durante la experimentación se presentan en las tablas 4.6 a 4.8, además de las gráficas 4.1 a 4.3 donde se presentan los resultados y líneas de tendencia de estos datos.

NOTA: Cabe destacar que durante las pruebas realizadas se contó con la asesoría de personas dedicadas al oficio de hacer y vender tamales.

RECTO	TIEMPO	MUESTRA No.					RESULTADO	CORRIENTE (Amp)	VOLTAJE (V)	POTENCIA (W)
		1	2	3	4	5				
	1	0	0	0	0	0	0	1.48	124	183.52
	2	0	0	0	0	0	0	1.441	124	178.684
	3	0	0	0	0	0	0	1.43	124	177.32
	4	0	0	0	0	0	0	1.444	124	179.056
	5	0	0	0	0	0	0	1.446	124	179.304
	6	0	0	0	0	0	0	1.41	124	174.84
	7	0	0	0	0	0	0	1.449	124	179.676
	8	0	0	0	0	0	0	1.45	124	179.8
	9	0	0	0	0	0	0	1.43	124	177.32
	10	0	1	0	0	0	0	1.453	124	180.172
	11	0	1	0	1	0	0	1.455	124	180.42
	12	0	0	1	1	0	0	1.486	124	184.264
	13	1	1	1	1	1	1	1.458	124	180.792
	14	1	1	1	1	1	1	1.459	124	180.916
	15	1	1	1	1	1	1	1.485	124	181.66

Flota = 1 , No flota = 0

**Tabla 4.6 “Datos del agitador Recto.”**



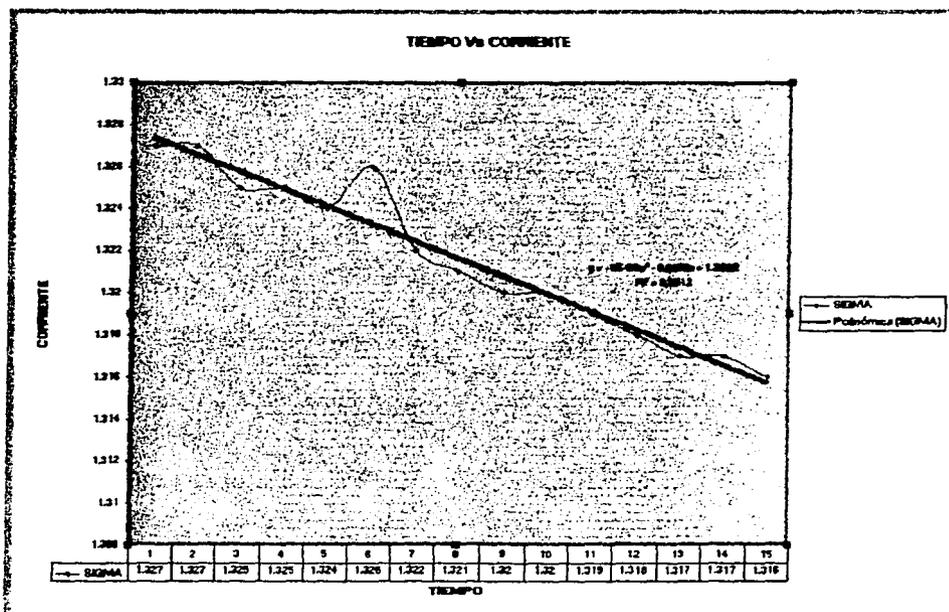
Gráfica 4.1

“Datos del agitador Recto.”

SIGMA	TIEMPO	MUESTRA No.					RESULTADO	CORRIENTE (AMP)	VOLTAJE (V)	POTENCIA (W)
		1	2	3	4	5				
	1	0	0	0	0	0	0	1.327	124	164.548
	2	0	0	0	0	0	0	1.327	124	164.548
	3	0	0	0	0	0	0	1.325	124	164.3
	4	0	0	0	0	0	0	1.325	124	164.3
	5	0	0	0	0	0	0	1.324	124	164.176
	6	0	0	0	0	0	0	1.326	124	164.424
	7	0	1	1	0	0	0	1.322	124	163.928
	8	1	1	0	0	0	0	1.321	124	163.804
	9	1	1	1	1	1	1	1.32	124	163.68
	10	1	1	1	1	1	1	1.32	124	163.68
	11	1	1	1	1	1	1	1.319	124	163.556
	12	1	1	1	1	1	1	1.318	124	163.432
	13	1	1	1	1	1	1	1.317	124	163.308
	14	1	1	1	1	1	1	1.317	124	163.308
	15	1	1	1	1	1	1	1.316	124	163.184
		Flota = 1 , No flota = 0								

Tabla 4.7

“Datos del agitador Sigma.”



Gráfica 4.2

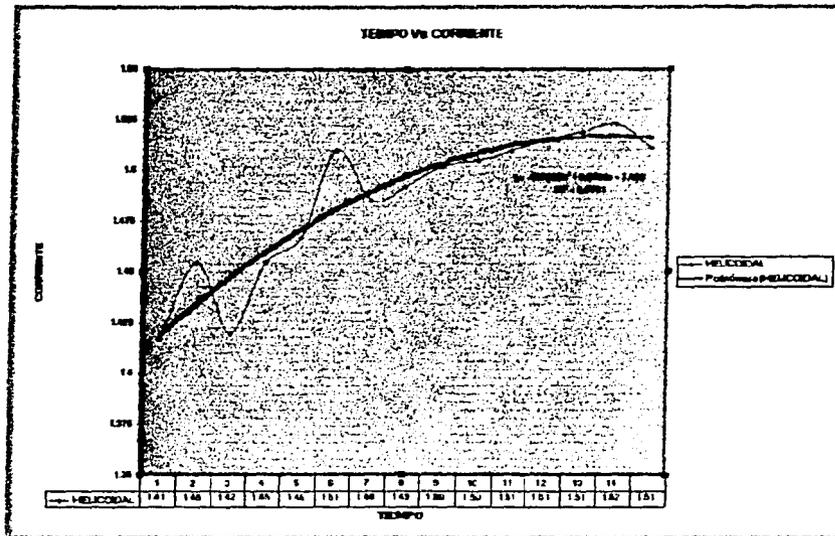
“Datos del agitador Sigma.”

HELICOIDAL	TIEMPO	MUESTRA No.					RESULTADO	CORRIENTE (AMP)	VOLTAJE (V)	POTENCIA (W)
		1	2	3	4	5				
	1	0	0	0	0	0	0	1.417	124	175.708
	2	0	0	0	0	0	0	1.455	124	180.42
	3	0	0	0	0	0	0	1.42	124	176.08
	4	0	0	0	0	0	0	1.455	124	180.42
	5	0	0	0	0	0	0	1.467	124	181.908
	6	0	0	0	0	0	0	1.51	124	187.24
	7	0	1	0	0	0	0	1.485	124	184.14
	8	1	0	0	1	0	0	1.492	124	185.008
	9	0	1	1	1	0	0	1.502	124	186.248
	10	0	1	0	1	1	0	1.505	124	186.62
	11	1	1	1	0	1	0	1.51	124	187.24
	12	1	1	1	1	1	1	1.515	124	187.86
	13	1	1	1	1	1	1	1.519	124	188.356
	14	1	1	1	1	1	1	1.523	124	188.852
	15	1	1	1	1	1	1	1.511	124	187.364

Flota = 1 , No flota = 0

Tabla 4.8

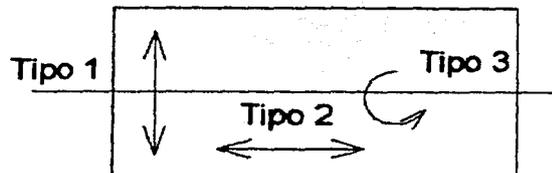
“Datos del agitador Helicoidal.”



**Gráfica 4.3**  
 "Datos del agitador Helicoidal."

El segundo criterio de selección durante la experimentación fue la observación de los movimientos que presenta la masa al ser procesada en la máquina, estos se describen a continuación, y se muestran en la figura 4.22:

- Traslación vertical. (Tipo 1)
- Traslación horizontal. (Tipo 2)
- Movimiento circular del fluido. (Tipo 3)



**Fig. 4.22**  
 "Movimientos básicos a cumplir por los agitadores"

**Traslación vertical.** La masa debe tener un movimiento traslacional en el sentido vertical del contenedor.

**Traslación horizontal.** La masa debe moverse en forma horizontal de modo que la totalidad de ella recorra todo el trayecto horizontal (30 cm), del contenedor.

**Rotación:** la totalidad de la masa debe girar entorno al eje del agitador de modo que no presente zonas de estancamiento en alguna zona del contenedor.

## **5.6 ANALISIS DE RESULTADOS DE LA EXPERIMENTACIÓN**

De las gráficas obtenidas con los datos resultantes de los experimentos, se aproximan curvas las cuales representan las tendencias de los datos, de modo que en estas se puede apreciar que:

Para el agitador recto al empezar el mezclado-amasado requiere mayor potencia que en la mitad del proceso y se incrementa al final, así al inicio y al final del proceso se encuentran los valores máximos de potencia.

Para el agitador helicoidal al inicio requiere menor potencia que al final del proceso de modo que conforme avanza el tiempo aumenta la potencia requerida, esto debido principalmente al estancamiento de la masa en un extremo del contenedor.

En el agitador sigma la curva inicia con un requerimiento máximo y con el transcurso del tiempo tiende a requerir menor potencia para el proceso.

De las observaciones obtenidas en los experimentos se distinguen los movimientos que presenta la masa durante el proceso de mezclado-amasado (Fig. 4.22), de esta forma se desprende lo siguiente:

En el agitador recto, figura 4.23 se observa que la masa cumple con un ciclo que consiste en movimientos giratorios (debido al impulso transmitido por el agitador), así como movimientos verticales debido a la traslación de la masa, pero se nota la falta de movimiento horizontal, por lo tanto no cumple con los movimientos fundamentales descritos en capítulo 1.



**Fig. 4.23**  
 “Agitador recto en funcionamiento”

El agitador helicoidal, Figura 4.24 no presenta un buen desempeño ya que al girar, por la forma de las aspas traslada la masa a un solo extremo del contenedor provocando estancamientos y por consecuencia mayores consumos de corriente.



**Fig. 4.24**  
 “Agitador helicoidal en funcionamiento”

El agitador sigma, Figura 4.25 presenta menor requerimiento de potencia al mezclar – amasar, así como la presencia de todos los movimientos fundamentales requeridos para realizar el mezclado – amasado conforme a lo descrito en el capítulo 1, además de presentar menores o casi nulas zonas de estancamiento en el contenedor. La tabla 4.10 muestra los resultados de la observación.



**Fig. 4.25**

“Agitador sigma en funcionamiento”

AGITADOR / MOVIMIENTO	VERTICAL	HORIZONTAL	ROTACION.
RECTO	X	X	
HELICODAL	X	X*	X*
SIGMA	X	X	X

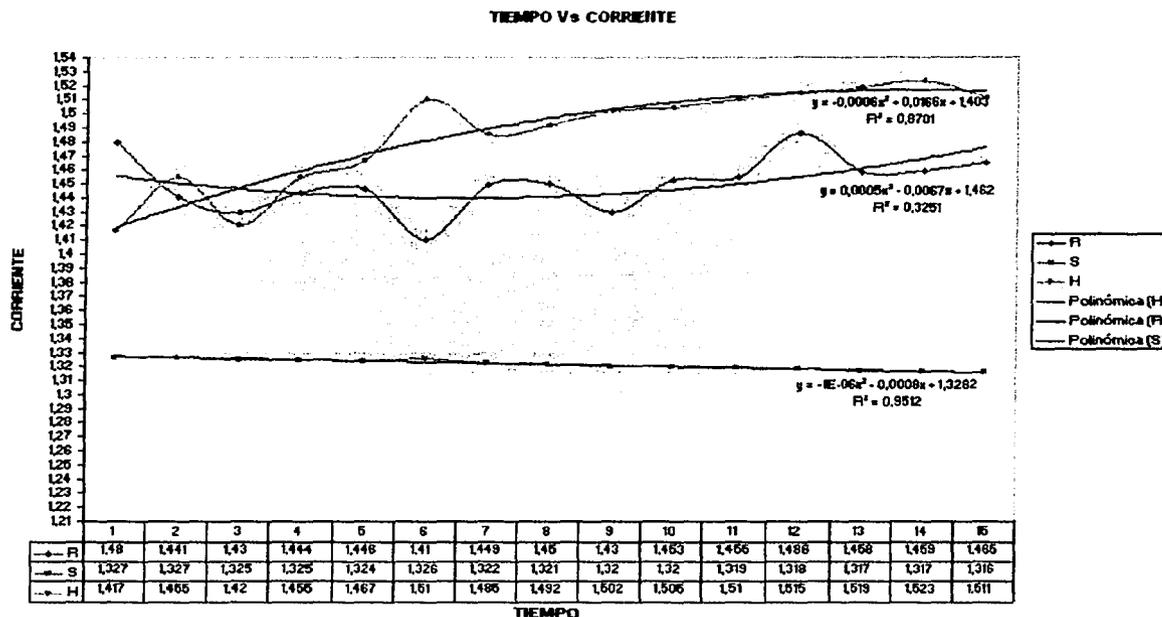
\*Según el sentido de giro de los alabes del agitador, el movimiento se realiza en una dirección o en otra, nunca en ambos sentidos.

**Tabla 4.9**

“Resultados de las observaciones”

Finalmente se comparan las gráficas 4.1, 4.2 y 4.3 en una sola (gráfica 4.4), y se observan las tendencias de cada una de ellas para verificar cual tiene el mejor comportamiento, así como la determinación de los valores máximos de potencia requerida calculados para realizar

el proceso de mezclado-amasado y los tiempos necesarios para alcanzar la densidad y viscosidad deseados, estos se ilustran en la tabla 4.10.



**Gráfica 4.4**

“Superposición de las curvas de cada uno de los agitadores.”

AGITADOR	POTENCIA REQUERIDA MAX. (W)	TIEMPO DE AMASADO. (min)	CUMPLE MOVIMIENTOS
RECTO	<b>184.264</b>	13	NO
HELICOIDAL	<b>188.852</b>	12	NO
SIGMA	<b>164.548</b>	9	SI

**Tabla 4.10**

“Resultados experimentales del banco de pruebas”

De las tablas 4.9, 4.10, y del gráfico 4.4 se determina que el mejor agitador, en cuanto al movimiento de la masa, así como de potencia requerida para Mezclar – Amasar, y tiempo requerido para llevar a cabo el proceso, es el agitador sigma, por lo tanto éste será el agitador a utilizar en el prototipo final.

#### Obtención de la curva característica para un agitador sigma

Con el agitador sigma se procede a generar la curva característica, para ello se realizan experimentos con diferentes cantidades de materias primas, conservando las proporciones dadas, así, se experimentara con incrementos de 250 grs hasta alcanzar 5 Kg. En cada incremento se desecha la masa empleada y se colocan materias primas nuevas de acuerdo al correspondiente incremento.

Se registran los tiempos y las potencias requeridas para el mezclado-amasado. Estos datos se registran en la tabla 4.11.

MASA	TIEMPO MODELO	CORRIENTE MODELO	POTENCIA MODELO	MASA PROTOTIPO	TIEMPO PROTOTIPO	POTENCIA PROTOTIPO	CORRIENTE PROTOTIPO
0,25							
0,5							
0,75							
.							
.							
.							
5							

**Tabla 4.11**

“Tabla de registro para los datos del agitador sigma con diversas cantidades de masa”

#### Preparación:

- Verificar el funcionamiento correcto de la máquina antes de operarla.
- Tener los dispositivos auxiliares listos y a punto para operar (amperímetro, cronometro, tacómetro y un vaso de agua para verificar la flotabilidad de la masa)
- Vaciar las materias primas necesarias para la elaboración de la masa en el contenedor.
- Accionar la máquina.

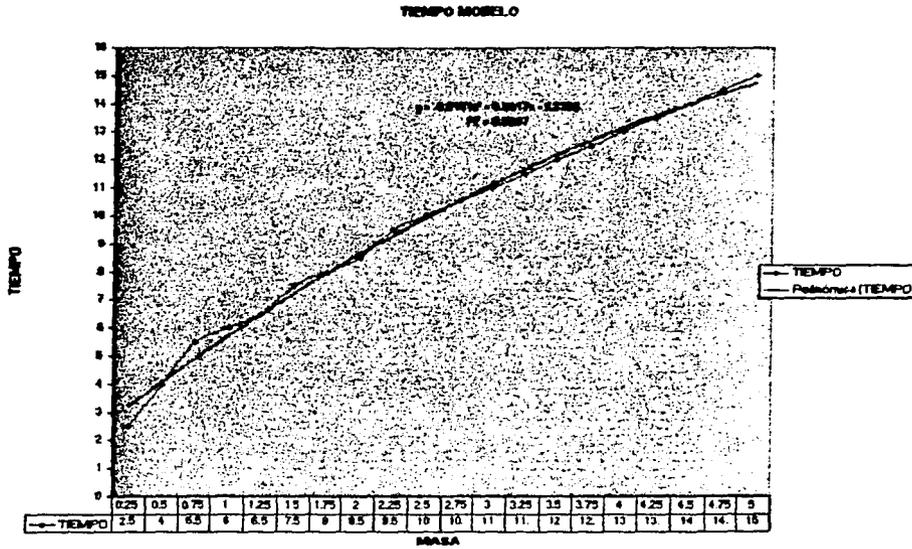
- Tomar las lecturas de los instrumentos para cada una de las cantidades de masa designadas.
- Verificar la consistencia y flotabilidad de cada una de las muestras en todos los intervalos designados.

Los resultados se encuentran registrados en la tabla 4.12 y las curvas características en las gráficas 4.5 y 4.6. Extrapolando los datos obtenidos y aunando el análisis dimensional, se calculan los tiempos y corrientes requeridas para diferentes cantidades de materias primas, de forma que se puede predecir el comportamiento que tendrá el agitador en el prototipo. Las gráficas 4.7 y 4.8 muestran el comportamiento que tendrá el agitador sigma en el prototipo para cantidades variables, desde 2.5 Kg. hasta 50 Kg. que es su capacidad máxima.

MASA MODELO (KG)	TIEMPO MODELO (MIN)	CORRIENTE MODELO (AMP)	POTENCIA MODELO (W)	MASA PROTOTIPO (KG)	TIEMPO PROTOTIPO (MIN)	POTENCIA PROTOTIPO (W)	CORRIENTE PROTOTIPO (AMP)
0.25	2.5	1.236	153.264	2.5	5.4	708.0798	5.71032
0.5	4	1.254	156.486	5	8.64	718.36152	5.79348
0.75	5.5	1.273	157.852	7.5	11.88	729.27624	5.88126
1	6	1.305	161.82	10	12.96	747.6084	6.0291
1.25	6.5	1.31	162.44	12.5	14.04	750.4728	6.0522
1.5	7.5	1.329	164.796	15	16.2	761.35752	6.13698
1.75	8	1.348	167.276	17.5	17.28	772.81512	6.23238
2	8.5	1.368	169.632	20	18.36	783.69984	6.33016
2.25	9.5	1.388	172.112	22.5	20.52	795.15744	6.41256
2.5	10	1.408	174.716	25	21.6	807.18792	6.50868
2.75	10.5	1.429	177.196	27.5	22.68	818.64652	6.60198
3	11	1.45	179.8	30	23.76	830.678	6.699
3.25	11.5	1.471	182.404	32.5	24.84	842.70548	6.79802
3.5	12	1.493	185.132	35	25.92	855.30884	6.89766
3.75	12.5	1.514	187.738	37.5	27	867.34032	6.99868
4	13	1.537	190.588	40	28.08	880.51956	7.10094
4.25	13.5	1.559	193.316	42.5	29.16	893.11692	7.20258
4.5	14	1.582	196.188	45	30.24	906.29616	7.30884
4.75	14.5	1.605	199.02	47.5	31.32	919.4724	7.4151
5	15	1.628	201.872	50	32.4	932.6484	7.52136

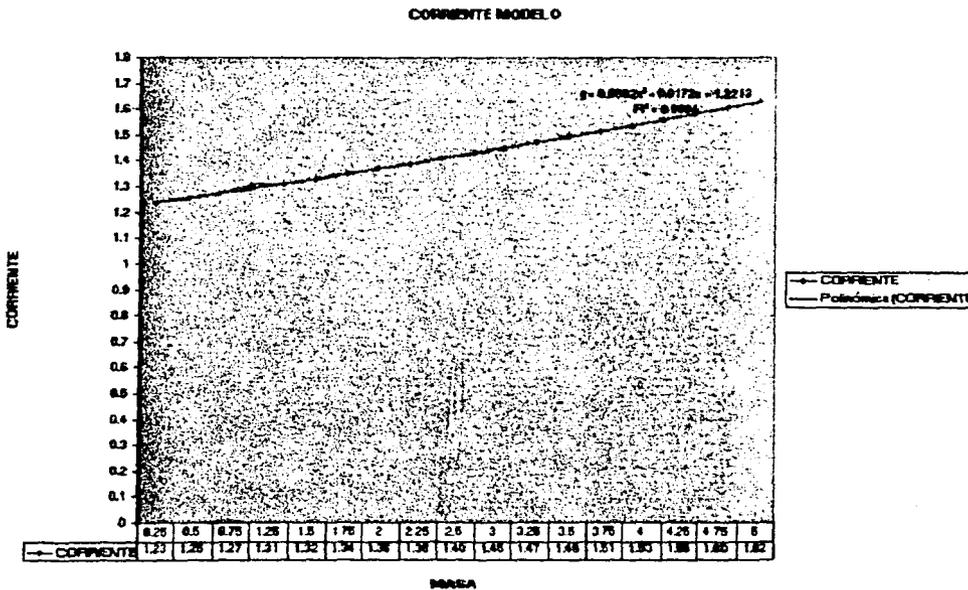
Tabla 4.12

“Resultados de las pruebas para el agitador sigma a distintas cantidades de masa”



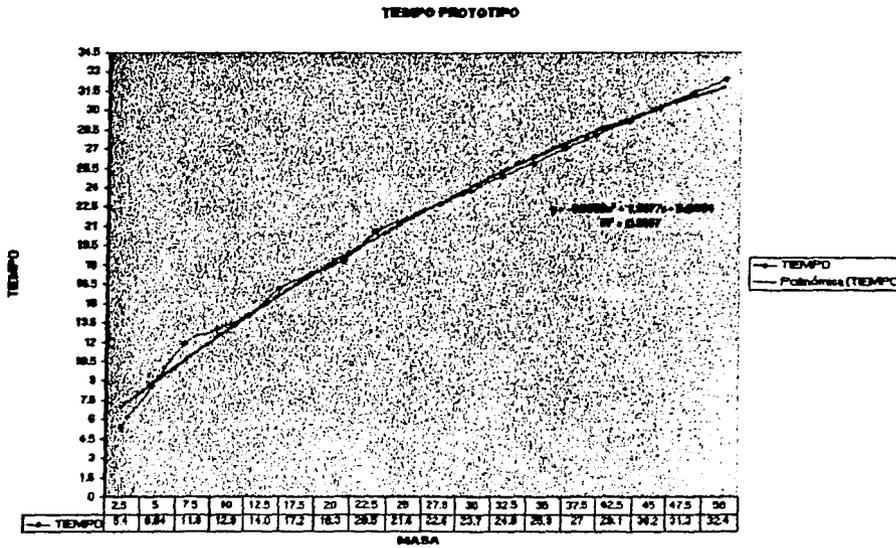
**Gráfica 4.5**

“Curva masa vs. Tiempo para el modelo”

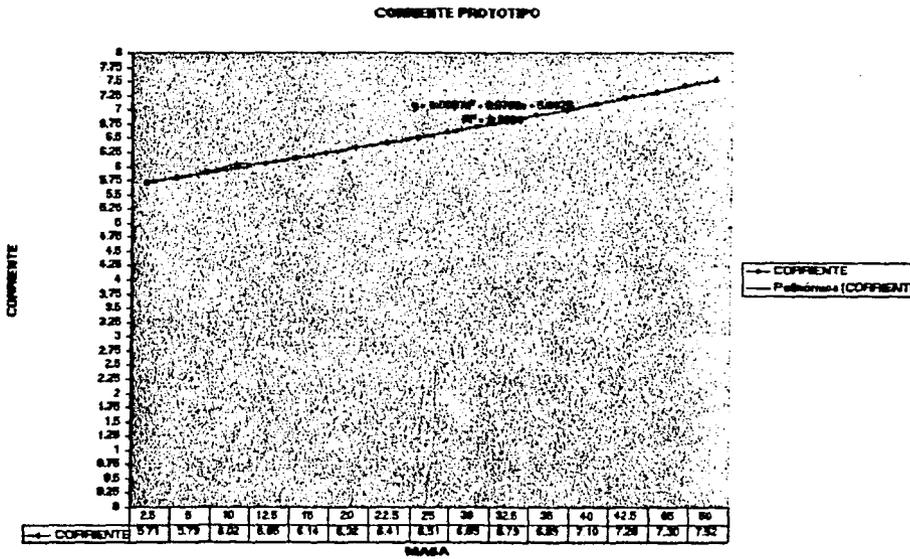


**Gráfica 4.6**

“Curva masa vs. Corriente para el modelo”



**Gráfica 4.7**  
 “Curva masa vs. Tiempo para el prototipo”



**Gráfica 4.8**  
 “Curva masa vs. Corriente para el prototipo”

## 4.7 MEMORIA DE CÁLCULO

Con datos recabados durante el presente capítulo, el análisis dimensional y los datos de la tabla 4.12 se calculan las dimensiones finales del contenedor y agitador, con ellos se calculan los ejes, y se proponen las poleas, el motor y la configuración final de la máquina.

### Análisis dimensional para el prototipo

Para calcular las dimensiones del prototipo a partir de las dimensiones del modelo, se utiliza el análisis dimensional previamente realizado, calculando el factor de escala que determinara las dimensiones del contenedor, (este a su vez condiciona las de la estructura), agitador, la potencia necesaria para el motor, el sistema de transmisión etc.

Las consideraciones iniciales que se toman es la capacidad del modelo (5 kg) y del prototipo (50 kg), con esto se conocen los valores de los volúmenes que contienen cada uno.

Utilizando la ecuación 4.21, se sustituyen los valores de los volúmenes del modelo y del prototipo:

$$V_{\text{modelo}} = \frac{5}{875} = 0.00571 \text{ m}^3 \quad (4.34)$$

$$V_{\text{prototipo}} = \frac{50}{875} = 0.0571 \text{ m}^3 \quad (4.35)$$

Con estos valores calculamos el valor del factor de escala  $\lambda$ . A partir de la ec. 4.11

$$\lambda^3 = \frac{V^p}{V^m} = \sqrt[3]{\frac{0.0714}{0.00714}} \Rightarrow$$

$$\lambda = 2.15 \quad (4.36)$$

Utilizando este factor de escala y las ecuaciones del análisis dimensional, calculamos las dimensiones del prototipo a partir de las del contenedor del modelo (el subíndice m denota las dimensiones del modelo y el subíndice p las del prototipo):

$$\lambda = \frac{D_p}{D_m} \Rightarrow D_p = 2.15 \times D_m = 2.15 \times 15.6 = 33.54 \text{ cm}$$

$$\therefore D_p = 33.54 \text{ cm.}$$

$$\lambda = \frac{L_p}{L_m} \Rightarrow L_p = 2.15 \times L_m = 2.15 \times 30 = 64.5 \text{ cm}$$

$$\therefore L_p = 64.5 \text{ cm.}$$

$$X = R_p \cos 45^\circ = 0.7071 \times 16.77 = 11.86 \text{ cm}$$

$$X_p = 11.86 \text{ cm.}$$

$$\lambda = \frac{Y_p}{Y_m} \Rightarrow Y_p = 2.15 \times Y_m = 2.15 \times 2.75 = 5.91 \text{ cm}$$

$$\therefore Y_p = 5.91 \text{ cm.}$$

$$\lambda = \frac{Z_p}{Z_m} \Rightarrow Z_p = 2.15 \times Z_m = 2.15 \times 13.3154 = 28.62 \text{ cm}$$

$$\therefore Z_p = 28.62 \text{ cm.}$$

Las dimensiones antes calculadas son para el contenedor (Tabla 4.13 y Fig. 4.35), por lo que respecta al agitador, de acuerdo a lo observado durante las pruebas es necesario que éste tenga un diámetro lo más cercano al diámetro del contenedor para poder realizar un mejor barrido durante el proceso, para lo cual tomamos la consideración del capítulo 1 en el cual se recomienda una relación del diámetro del agitador con respecto al diámetro del contenedor para un fluido no newtoniano dentro del intervalo de 0.65 a 0.95 veces el diámetro del contenedor, para este caso se tomara la relación máxima, es decir 0.95:

Datos:

Diámetro del contenedor del modelo = 15.6 cm

Diámetro del contenedor del prototipo = 33.54 cm.

Diámetro del agitador = 0.95 x Diámetro del contenedor.

Para el modelo se tiene:

$$D_{\text{agitador modelo}} = 15.6 \times 0.95 = 14.82 \text{ cm.}$$

$$D_{\text{agitador prototipo}} = \phi = 33.54 \times 0.95 = 31.86 \text{ cm.}$$

Para el largo del agitador se toma en cuenta la misma consideración que para el diámetro, es decir el largo del agitador será de 0.65 a 0.95 veces el largo del contenedor, como antes se toma la relación máxima, es decir 0.95:

Datos:

Largo del contenedor del modelo = 30 cm

Largo del contenedor del prototipo = 64.5 cm.

Largo del agitador = 0.95 x Largo del contenedor.

Para el modelo se tiene:

$$L_{\text{agitador modelo}} = 30 \times 0.95 = 28.5 \text{ cm.}$$

$$L_{\text{agitador prototipo}} = \gamma = 64.5 \times 0.95 = 61.275 \text{ cm. Ver tabla 4.13 y Fig.4.36}$$

Después de calcular las dimensiones del prototipo, se procede al cálculo de la potencia del motor y las velocidades angulares que necesita el eje del agitador, para lo cual se utilizan los números adimensionales del Reynolds y el numero de potencia, esto se debe cumplir por las consideraciones hechas en el capítulo 1, en el cual se menciona que el numero de Reynolds en el prototipo y en el modelo son iguales por utilizar el mismo fluido en el modelo como en el prototipo, al igual que el numero de potencia.

Igualando los números de Reynolds para el prototipo y para el modelo que es una relación (ec. 4.17) que se debe cumplir según el análisis desarrollado en la sección 4.1, se tiene:

$$Re_p = \frac{\rho_p \omega_p D_p^2}{\mu_p} = Re_m = \frac{\rho_m \omega_m D_m^2}{\mu_m} \quad (4.37)$$

Debido a que se tiene el mismo fluido en el modelo como en el prototipo, la densidad y la viscosidad son las mismas, es decir:

$$\mu_m = \mu_p \quad \text{y} \quad \rho_m = \rho_p \quad (4.38)$$

Simplificando la ec. 4.37:

$$\omega_p D_p^2 = \omega_m D_m^2 \quad (4.39)$$

$$\frac{\omega_p}{\omega_m} = \left( \frac{D_m}{D_p} \right)^2 \quad (4.40)$$

por otro lado, de la ec. 4.11 se deduce que:

$$\left( \frac{D_m}{D_p} \right)^2 = (\lambda)^2 \quad (4.41)$$

Sustituyendo 4.41 en 4.40 y despejando:

$$\omega_p = \omega_m \times \lambda^2 = 160 \left( \frac{14.82}{31.86} \right)^2 = 34.61 \text{ rpm} \quad (4.42)$$

$$\omega_p = 34.61 \text{ rpm}$$

Por lo tanto, el eje del Agitador en el prototipo debe girar a 34.61 rpm.

Igualando los números de potencia para el prototipo y para el modelo, ya que es una relación que se debe cumplir según el análisis desarrollado en la sección 4.1, se tiene:

$$\phi_p = \frac{P_p}{\rho_p \omega_p^3 D_p^5} = \phi_m = \frac{P_m}{\rho_m \omega_m^3 D_m^5} \quad (4.43)$$

Por la consideración realizada en 4.38, se simplifica la ec. 4.43:

$$\frac{P_p}{\omega_p^3 D_p^5} = \frac{P_m}{\omega_m^3 D_m^5} \quad (4.44)$$

reescribiendo la ec. 4.44:

$$\frac{P_p}{P_m} = \frac{\omega_p^3 D_p^5}{\omega_m^3 D_m^5} = \left(\frac{\omega_p}{\omega_m}\right)^3 \left(\frac{D_p}{D_m}\right)^5 \quad (4.45)$$

de la ec. 4.19 y la ec. 4.11, se deduce que:

$$\frac{P_p}{P_m} = \left(\frac{\omega_p}{\omega_m}\right)^3 \left(\frac{D_p}{D_m}\right)^5 = \left(\frac{1}{\lambda}\right)^3 (\lambda)^5 \quad (4.46)$$

Despejando y sustituyendo:

$$P_p = P_m \left(\frac{1}{2.15}\right)^3 (2.15)^5 \approx 4.62 P_m \quad (4.47)$$

De la Tabla 4.12 se obtiene el valor de  $P_m$  y sustituyendo en 4.47:

$$P_p \approx 4.62 P_m \Rightarrow 4.62(202.98) = 937.8 \text{ Watts} = 1.25 \text{ HP} \quad (4.48)$$

De la ec. 4.48 se obtiene la potencia del motor para el prototipo.

$$\text{Potencia}_{\text{prototipo}} = 1.25 \text{ HP.}$$

### Cálculo de poleas

La potencia de proyecto es calculada con la ec. 4.49 [13]

$$P_{\text{PROY}} = P_{\text{REQ}} \times N_{\text{sf}} \quad (4.49)$$

Donde:

$P_{\text{PROY}}$  = Potencia de proyecto

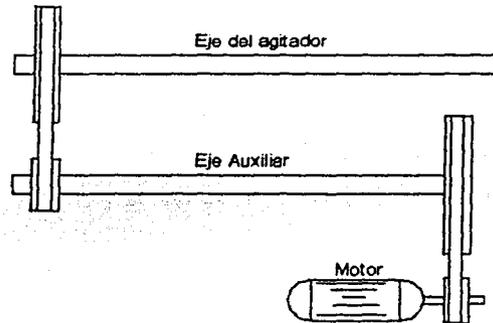
$P_{\text{REQ}}$  = Potencia requerida. En este caso la potencia requerida será la potencia máxima requerida resultado del prototipo (1.25 HP). Que se obtiene de la ecuación 4.48, para 50 kg de producto.

$N_{\text{sf}}$  = Coeficiente de servicio, para una máquina con agitadores y presencia de humedad tabla 17.7[14]  $N_{\text{sf}} = 1.4$

Sustituyendo en la ec. 4.49 se tiene :

$$P_{PROY} = 1.28 \times 1.4 = 1.792 \text{ HP}$$

De catálogos[15], el motor que más se aproxima es un motor jaula de ardilla de 2 HP (1491 Watts) con velocidad nominal de 1720 r.p.m., debido a que en el agitador se deben tener 35 r.p.m.(Ec. 4.42), se determina que debe existir un eje intermedio como reductor, tal como se muestra en la figura 4.28.



**Fig. 4.28**

“Arreglo propuesto para la transmisión con la ayuda de un eje auxiliar”

Se proponen 2 poleas una de 1.5” para el motor y otra de 11” para el eje auxiliar, debido a que para el diseño se condicionó que la mayoría de las piezas utilizadas debe ser comercial para su fácil remplazo, la ec. A3.2 determina la relación de velocidades angulares para ambas poleas:

$$d_1 \omega_1 = d_2 \omega_2 \quad (4.50)$$

De donde se tiene que:

$$\omega_1 = 1720 \text{ rpm}$$

$$d_1 = 1.5''$$

$$d_2 = 11''$$

de la ec. 4.50 se despeja  $\omega_2$ :

$$\omega_2 = \frac{d_1 \omega_1}{d_2} \quad (4.51)$$

sustituyendo los valores de  $\omega_1$ ,  $d_1$ ,  $d_2$  en 4.51 se tiene:

$$\omega_2 = \frac{1.5 \times 1720}{11} = 234.54 \text{ rpm}$$

Con el resultado obtenido se propone otro par de poleas, una de 1.75" para el extremo del eje auxiliar y una de 9.8" para el eje del agitador, entonces:

$$\omega_1 = 234.54 \text{ rpm}$$

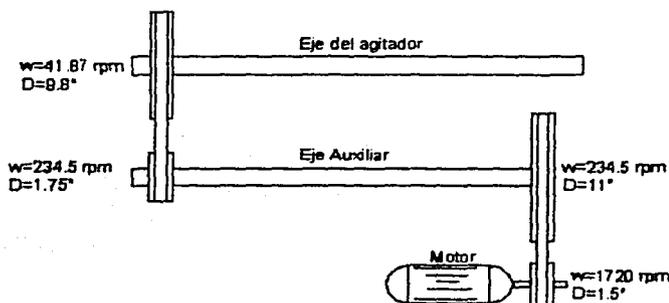
$$d_1 = 1.75''$$

$$d_2 = 9.8''$$

Sustituyendo estos valores en la ec. 4.51:

$$\omega_2 = \frac{1.75 \times 234.54}{9.8} = 41.88 \text{ rpm}$$

Por lo tanto se tienen 41.88 r.p.m. en el eje del agitador. La figura 4.29 muestra los diámetros de poleas propuestos y velocidades angulares calculadas.



**Fig. 4.29**

“Diámetros de poleas propuestos y velocidades angulares calculadas”

De la tabla 17.14 [16], con los datos de potencia y velocidad angular de la polea pequeña, se proponen bandas tipo A (tipo 4L según el catálogo Dodge[17]), de dimensiones en su sección transversal  $b \times t = \frac{1}{2} \times 5/16$ , para las poleas del eje auxiliar y del eje del agitador.

El largo de la banda se determina basándose en la ecuación 4.52.

$$L=2C+1.57(D_2-D_1) +(D_2-D_1)^2/4C \quad (4.52)$$

Donde:

$D_1$  es el diámetro de la polea menor,

$D_2$  es el diámetro de la polea mayor,

La distancia entre centros  $C$  de la ec. 4.52, se recomienda que sea del orden de diámetro mayor de las poleas, es decir  $C = D_2$  [11]

Para la polea del motor y eje auxiliar:

$$D_1 = 1.5'' = 3.81 \text{ cm}$$

$$D_2 = 11'' = 27.94 \text{ cm}$$

Por lo tanto la primera aproximación para la distancia entre centros es  $C = 27.94 \text{ cm}$

Sustituyendo en la ec. 4.52:

$$L=2(27.94)+1.57(27.94-3.81)+(27.94-3.81)^2/4(27.94)$$

$L = 98.97 \text{ cm} = 38.96''$ , por lo tanto se empleara una banda de  $39'' = 99.06 \text{ cm}$ , de catálogo[17] la banda que cumple con esta distancia es una banda tipo A 4L390.

Con estos datos se calcula la nueva distancia entre centros, despejando de la ec. 4.52 a  $C$ , se tiene:

$$8C^2 + (6.28(D_2 - D_1) - 4L)C + (D_2 - D_1)^2 = 0 \quad (4.53)$$

Sustituyendo en la ec. 4.53:

$$8C^2 + (6.28(27.94 - 3.81) - 4(99.06))C + (27.94 - 3.81)^2 = 0$$

$$8C^2 - 244.70C + 582.25 = 0 \quad (4.54)$$

La ec. 4.54 tiene soluciones de  $C_1=27.98\text{cm}$   $C_2=2.60\text{ cm}$ , por lo tanto el nuevo valor de  $C$  es  $27.98\text{ cm}$ .

Para la polea del eje auxiliar y el eje del agitador:

$$D_1 = 1.75'' = 4.445\text{cm}$$

$$D_2 = 9.8'' = 24.892\text{ cm}$$

$$\text{Si } C = D_2 = 24.892\text{ cm}$$

Sustituyendo en la ec 4.52:

$$L = 2(24.892) + 1.57(24.892 - 4.445) + (24.892 - 4.445)^2 / 4(24.892)$$

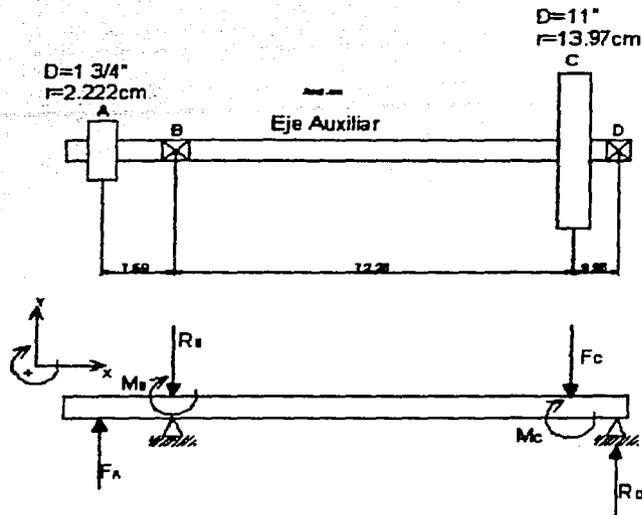
$$L = 86.084\text{ cm} = 33.89''$$

Por lo tanto se empleara una banda de  $34''=86.36\text{ cm}$ , de catálogo[17], la banda que cumple con esta distancia es una banda tipo A 4L340.

Con estos datos se calcula la nueva distancia entre centros, de la ec. 4.54. Esta tiene soluciones de  $C_1=25.048\text{ cm}$   $C_2=2.08\text{ cm}$ , por lo tanto el nuevo valor de  $C$  es  $25.048\text{ cm}$ .

## Cálculo de los ejes

Para el eje auxiliar se calcula el diámetro necesario para soportar sin deformarse, la fig. 4.30 muestra el diagrama de cuerpo libre del eje auxiliar.



**Fig. 4.30**  
 “Diagrama de cuerpo libre del eje auxiliar”

El momento de torsión transmitido al eje se calcula por la ec. 4.55:

$$T = \frac{71620 \times Hp}{N} \quad (4.55)$$

donde:

T es momento de torsión

Hp es la potencia transmitida

N es la velocidad angular del eje.

De la figura 4.30 para los puntos A y C aplicando la ec. 4.55 se tiene que:

$$T_C = T_A = \frac{71620(2)}{234.5} = 610.831 \text{ Kg} \cdot \text{cm}$$

Del diagrama de cuerpo libre de la Fig. 4.30 se determinan las fuerzas y reacciones:

$$F_C = \frac{2T_C}{r_C} = \frac{2(610.83)}{13.97} = 87.44 \text{Kg} \quad (4.56)$$

$$F_A = \frac{2T_A}{r_A} = \frac{2(610.83)}{2.22} = 550.3 \text{Kg} \quad (4.57)$$

Haciendo suma de momentos con respecto al punto B igual a cero:

$$\sum M_B = 0 = -87.44(7.59) - 550.3(72.28) + R_D(82.26) \quad (4.58)$$

**Despejando  $R_D$  se tiene:**

$$R_D = 491.6 \text{Kg} \quad (4.59)$$

Realizando la suma de fuerzas con respecto a Y igual a cero:

$$\sum F_y = 0 = F_A - F_C - R_B + R_D \quad (4.60)$$

despejando  $R_B$  se tiene:

$$R_B = F_A - F_C + R_D = 550.3 - 87.44 + 491.6 = 954.46 \text{Kg} \quad (4.61)$$

Calculando los momentos con respecto a los puntos B y C:

$$M_B = 550.3(7.59) = 4176.77 \text{Kg cm} \quad (4.62)$$

$$M_C = 550.3(7.59+72.28) - 954.46(72.28) = 25035.9 \text{Kg cm} \quad (4.63)$$

La fig. 4.31 muestra los diagramas de fuerzas, cortante y momento flexionante resultantes.

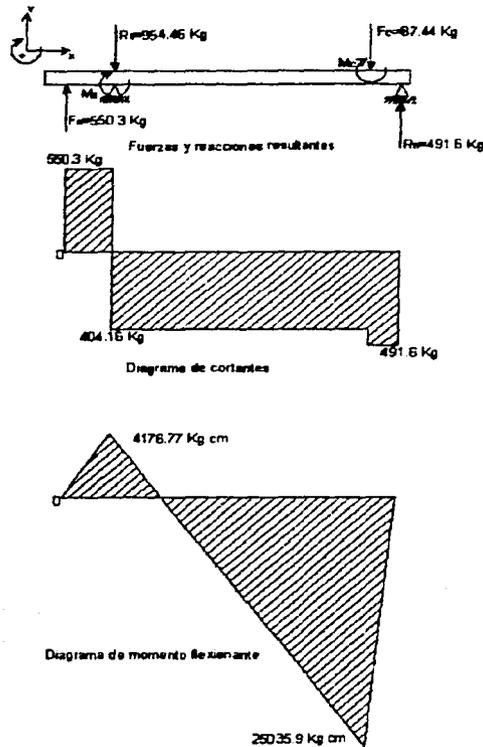


Fig. 4.31

“Diagramas de fuerzas, cortante y momento flexionante para el eje auxiliar”

El momento obtenido en C se desprecia debido a que en este punto se cuenta con un diámetro de polea considerable, por lo cual se empleara el momento calculado para el punto B.

La ec. 4.64 determina el diámetro del eje:

$$d = \left[ \frac{32n}{\pi S_y} \left[ m^2 + \frac{3}{4} T^2 \right]^{\frac{1}{2}} \right]^{\frac{1}{3}} \quad (4.64)$$

Donde:

D es el diámetro del eje

n es el factor de seguridad

S<sub>y</sub> es el esfuerzo de cedencia del material del eje

m es el momento aplicado al eje

T es momento de torsión aplicado al eje

Substituyendo y considerando un factor de seguridad (n) de 1.2 y seleccionando un acero 1141 revenido S<sub>y</sub> de 8756.56 Kg/cm<sup>2</sup>):

$$d = \left[ \frac{32(1.2)}{\pi(8756.56)} \left[ (4176.77)^2 + \frac{3}{4}(610.83)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \right]^{\frac{1}{3}} = 1.8046 \text{ cm} \approx \frac{3}{4}''$$

Por tanto se empleara un eje de acero 1141 revenido de un diámetro de ¾ “.

Para el eje del agitador se calcula el diámetro necesario para soportar sin deformarse, la fig. 4.32 muestra el diagrama de cuerpo libre del eje del agitador.

$$T_A = \frac{71620(2)}{41.87} = 3421.06 \text{ Kg} \cdot \text{cm}$$

$$F_A = \frac{2T_A}{r_A} = \frac{2(3421.06)}{12.44} = 550 \text{ Kg}$$

Haciendo suma de momentos con respecto al punto B, igual a cero:

$$\sum M_B = 0 = 550(6.19) - 70(40.505) + R_D(81.01)$$

$$R_D = -7.025 \text{ Kg.}$$

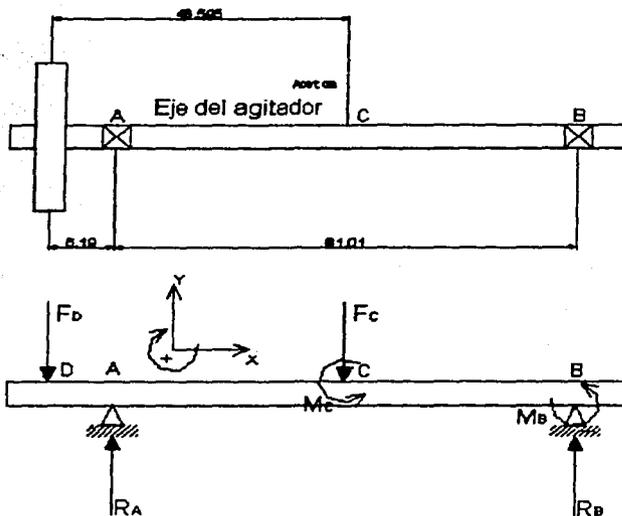


Fig. 4.32

“Diagrama de cuerpo libre para el eje del agitador”

Haciendo suma de fuerzas con respecto al eje e igual a cero:

$$\sum F_y = 0 = F_A - F_C - R_B + R_D$$

$$-70 - 7.025 + R_B = 0$$

$$R_B = 627.035 \text{ Kg.}$$

Calculando los momentos con respecto a los puntos B y C:

$$M_B = 550.3(-6.19) = -3403.5 \text{ Kg cm}$$

$$M_C = -550(6.19 + 40.505) - 627.025(40.505) = -284.6 \text{ Kg cm}$$

La fig. 4.33 muestra los diagramas de fuerzas, cortante y momento flexionante resultantes.

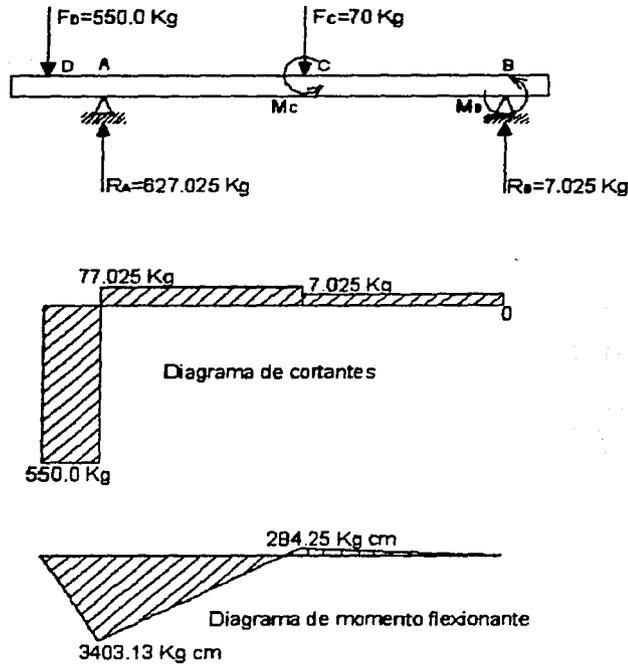


Fig. 4.33

“Diagramas de fuerzas, cortante y momento flexionante”

De la ec. 4.64 determina el diámetro del eje:

Substituyendo y considerando un factor de seguridad (n) de 1.4 debido a que aquí se van a desarrollar las mayores cargas, y seleccionando un acero inoxidable 301 con un  $S_y$  de 8790.43  $\text{Kg/cm}^2$ :

$$d = \left[ \frac{32(1.4)}{\pi(8790.43)} \left[ (3403.15)^2 + \frac{3}{4}(3491.06)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \right]^{\frac{1}{3}} = 1.9473 \text{ cm} \approx \frac{7}{8} \text{''}$$

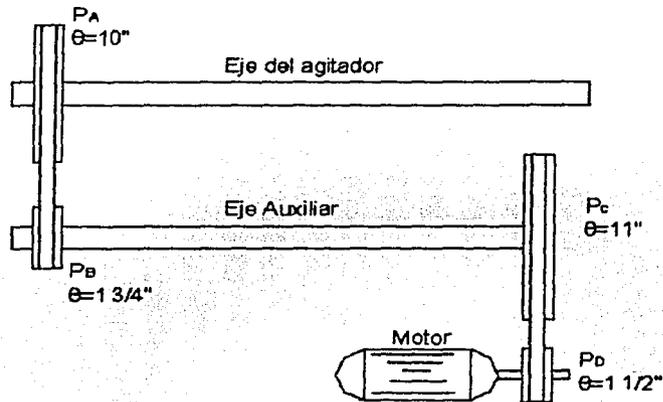
Debido a que el eje se desea en una medida comercial, se propone un eje de acero inoxidable 301 con un diámetro de 7/8”.

Finalmente de catálogo se procede a seleccionar las poleas y chumaceras requeridas para el proyecto. De la figura 4.34 se tiene que:

La polea  $P_D$  de  $5/8''$  para el eje del motor, se selecciona la número 1A15-121627[18]

Las poleas  $P_C$  y  $P_B$  de  $3/4''$  para el eje auxiliar, son las número 1A10-121812 y 1A18-121633[18] respectivamente.

La polea  $P_A$  de  $7/8''$  para el eje del contenedor, se selecciona la número 1B98-120973[19].



**Fig. 4.34**

“Poleas para la máquina”

Las chumaceras se seleccionan de carga radial según el catálogo como sigue:

Para el eje auxiliar

2 unidades con el número: SC-123803[20].

Para el eje del agitador

2 unidades con el número: SC4-123804[20]

Para el contenedor

2 unidades con el número: SC-124101[21]

## 4.8 MATERIALES PARA EL CONTENEDOR, AGITADOR Y LOS EJES.

Como ya se puede apreciar , para el eje auxiliar se emplea un acero 1141 revenido. Para el eje del agitador, se emplea acero inoxidable 301, que es un acero austenítico. Se seleccionó este acero ya que los aceros inoxidables tienen excelentes propiedades ante la corrosión y son inertes al contacto con los alimentos. En nuestro país es fácil encontrar estos tipos de aceros así como talleres donde se realizan los tratamientos requeridos. Por las mismas razones, el material para el contenedor es lámina de acero inoxidable 301 de calibre 16.

En cuanto al agitador el material es una colada de acero inoxidable 301, debido a las ventajas ya mencionadas, además de que una vez obtenida la pieza de la colada, el material es fácilmente maquinable.

## 4.9 CONFIGURACION DEL PROTOTIPO

Con los datos de la tabla 4.13, obtenidos de la sección anterior, se ilustra la configuración final del prototipo, mostrada en el diagrama de conjunto de la figura 4.37. La tabla 4.15 muestra la lista de elementos de la máquina mezcladora-amasadora.

Dimensiones (cm)		
Medida	Calculada	Ajustada
Yp	5.91	5.9
Xp	11.86	11.9
Zp	28.62	28.6
Dp	33.54	33.5
Lp	64.5	64.5
$\phi$	31.86	31.9

**Tabla 4.13**

“Dimensiones finales del contenedor y el agitador para el prototipo”

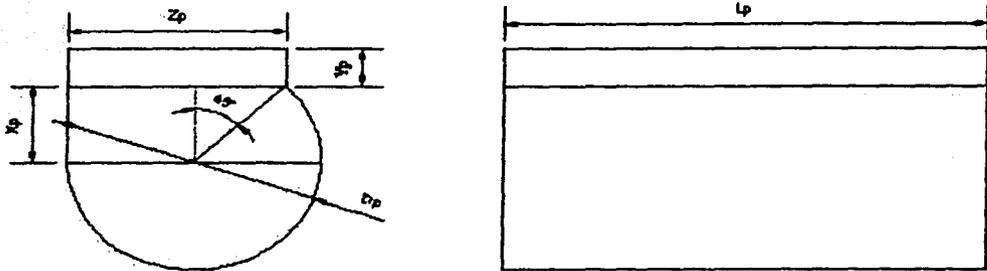


Fig. 4.35 "Dimensiones del contenedor para el prototipo"

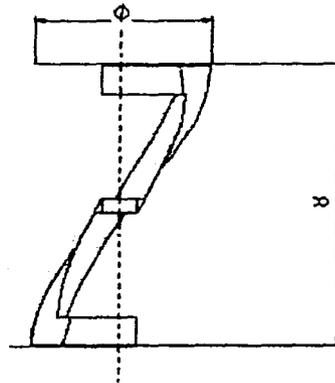
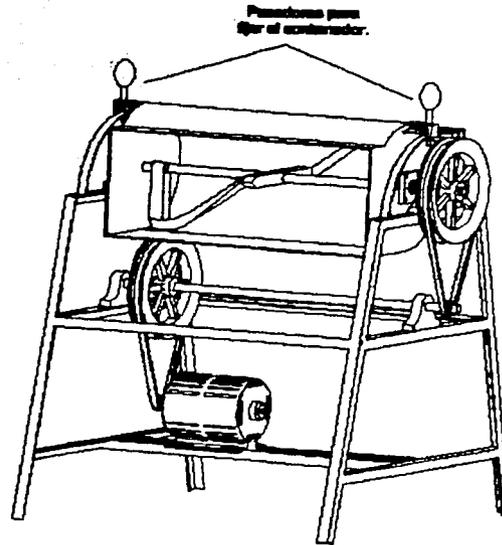


Fig. 4.36

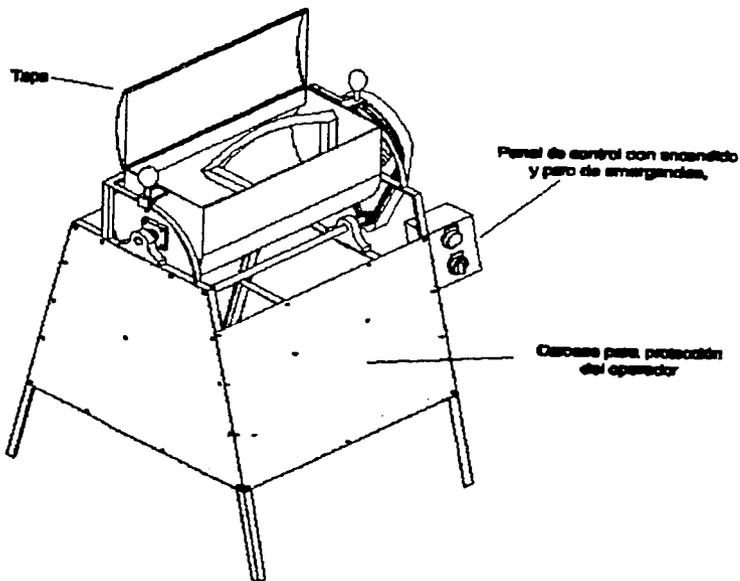
"Dimensiones del agitador sigma para el prototipo"

Potencia	2 Hp.
Voltaje	127 Volts
Vel. Angular	1720 rpm
Tipo	Monofásico, jaula de ardilla
Tipo	Por bandas y poleas, con un eje intermedio como reductor de velocidad
Banda motor-eje aux	Trapezoidal tipo 4L
Banda eje aux-agitador	Trapezoidal tipo 4L
Poleas	4, 2 tipo B-1 y 2 tipo B-4
Chumaceras	6 para carga radial, uso normal
Vel. Angular en el agitador	41.87 rpm
diámetro del eje auxiliar	7/8"
diámetro del eje del agitador	3/4"

Tabla 4.15 "Características del motor y transmisión"



**Vista del prototipo sin carcasa.**



**Vista del prototipo.**

**Fig. 4.37**

"Perspectivas de la máquina Mezcladora\_Amasadora."

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

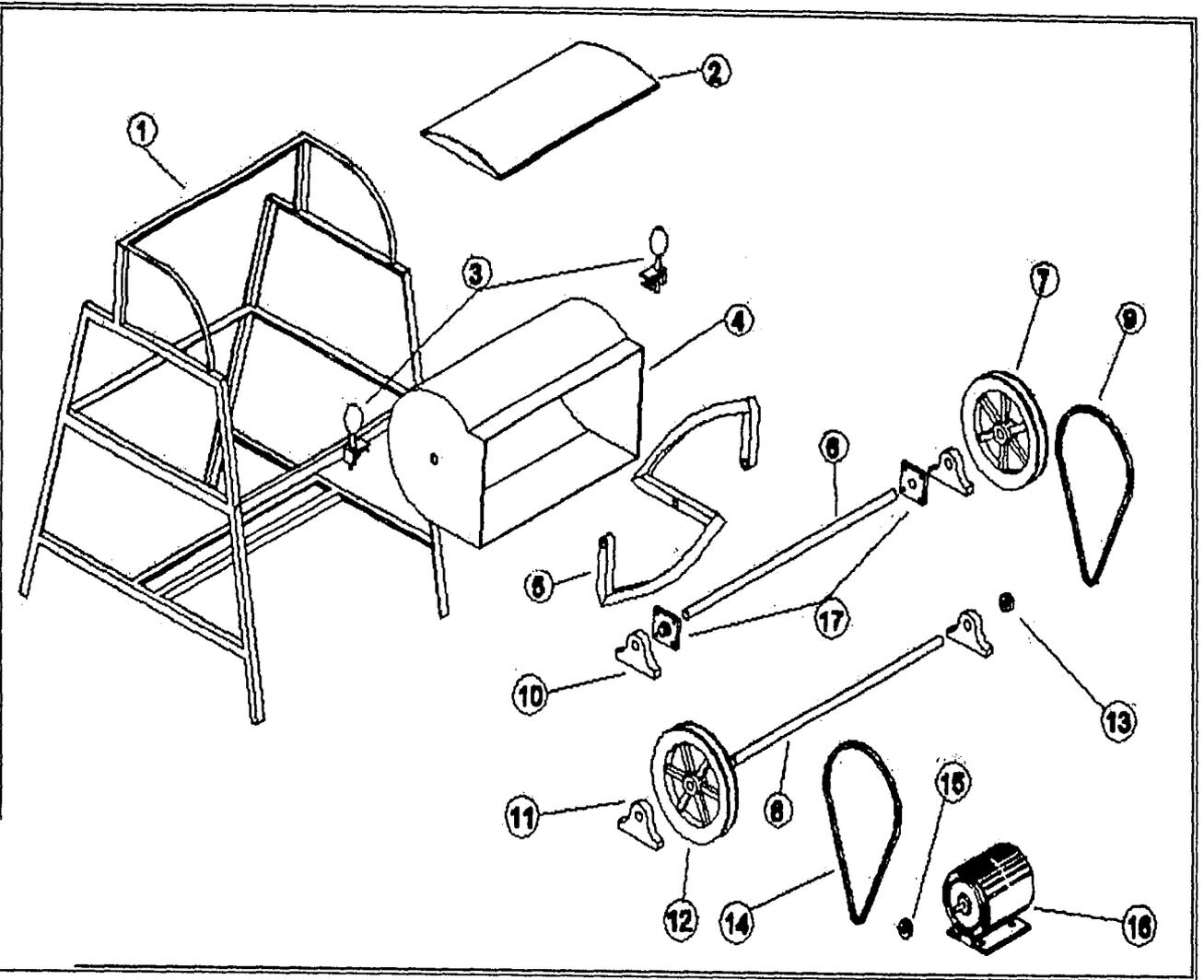


Fig. 4.38 "Explosivo del prototipo"

No. de Pieza.	Pieza.	Cantidad	Descripción
1	Estructura	1	Perfil estructural "L" de 3/4"
2	Tapa	1	Tapa de acero inoxidable con bisagras para su fácil apertura.
3	Pasadores	2	Pasadores para la sujeción del contenedor
4	Contenedor	1	Contenedor de acero inoxidable 301 con mejora de diseño.
5	Agitador	1	Agitador tipo sigma de acero inoxidable 301.
6	Eje del agitador	1	Eje de 3/4" de acero inoxidable 301
7	Polea del agitador	1	Polea 7/8" 1B98-120973
8	Eje auxiliar	1	Eje de 7/8" de acero 1141
9	Banda 1	1	Banda tipo A 4L390
10	Chumacera 1	2	Chumacera SC-123803
11	Chumacera 2	2	Chumacera SC-123804
12	Polea del eje auxiliar 1	1	Polea 3/4" 1A10-121812
13	Polea del eje auxiliar 2	1	Polea 3/4" 1A18-121633
14	Banda 2	1	Banda tipo A 4L340
15	Polea motor	1	Polea 1 1/2" 1A15-121627
16	Motor	1	Jaula de ardilla 2 HP 1720 rpm.
17	Chumacera contenedor	2	Chumacera SC-124101

**Tabla 4.15**  
**"Lista de elementos de la máquina Mazcladora-Amasadora"**



# **PROTECCIÓN INDUSTRIAL.**

## **5.1 INFORMACIÓN GENERAL.**

La propiedad industrial es una de las dos partes que conforman la propiedad intelectual, la otra es la propiedad autoral que se refiere a los derechos de autor.

La propiedad industrial promueve y protege:

- a) La realización de invenciones e innovaciones a través de protección mediante patentes, modelos de utilidad, diseños industriales y secretos industriales
- b) La creación de signos distintivos como son: marcas, avisos y nombres comerciales y las denominaciones de origen.

La protección jurídica de la propiedad industrial estimula a las empresas a emprender mejoras en sus procesos de producción, productos y formas de comercialización que utilizan en sus actividades de producción y comercialización, para reforzar su competitividad y obtener un mayor beneficio económico, sin verse afectadas negativamente por la copia o imitación no autorizada de las mismas.

Una patente es la certificación que el Gobierno de nuestro país otorga, tanto a personas físicas como morales, la cual les permite explotar exclusivamente invenciones que consistan en nuevos productos o procesos durante un plazo improrrogable de 20 años contados a partir de la presentación de la solicitud correspondiente.

Los beneficios que tiene un inventor con una patente son:

Primero: La seguridad que la protección de la patente le ofrece al inventor, motiva su creatividad, toda vez que tiene la garantía que su actividad inventiva estará protegida durante 20 años y será el único en explotarla.

Segundo: Si la patente tiene buen éxito comercial o industrial, el inventor se beneficia con la o las licencias de explotación que decida otorgar a terceras personas, ya que sin la patente otorgada su actividad creativa sería poco remunerada y se expondría al plagio de sus ideas inventivas.

Tercero: Debido a que la actividad inventiva no es algo que tenga como fin guardarse o que el inventor la utilice para sí evitando su explotación industrial, el inventor siempre quiere dar a conocer, publicitar y explicar los beneficios que la invención conlleva, por lo que está expuesto a que sus ideas sean plagiadas, con la consecuencia gravísima de que si la invención no está patentada y el plagiarlo obtiene primero la patente el inventor se verá envuelto en acciones de tipo legal para adquirir o recuperar sus derechos, con los consabidos costos y tiempos perdidos.

El ordenamiento legal que protege la propiedad industrial en México es la Ley de la Propiedad Industrial (LPI) y su reglamento, (se exhibe los principales artículos el anexo 2 del presente trabajo), y la institución encargada de su aplicación es el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI).

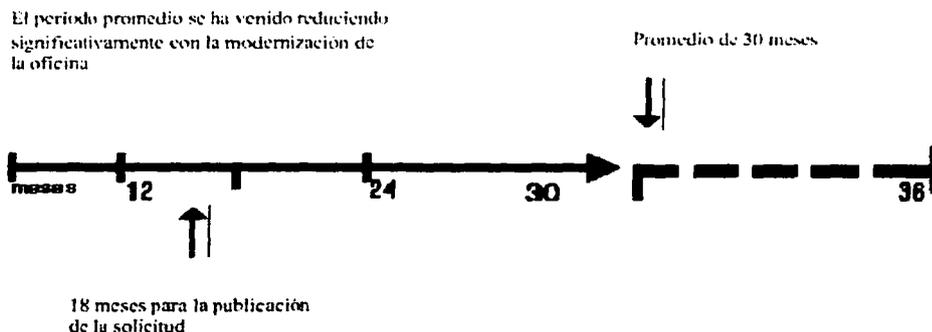
Las solicitudes de patente y registros de modelo de utilidad y diseños industriales se pueden presentar ante el IMPI o en las Delegaciones y Subdelegaciones Federales de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI), en los diferentes Estados de la República. Todas las solicitudes deben presentarse en forma escrita y redactadas en idioma español.

Las solicitudes y registros pueden ser solicitado por el inventor o su causahabiente, es decir, el que adquiere por cualquier título legal los derechos del inventor. Además, en todos los casos pueden ser solicitadas a través de un representante legal.

Los documentos básicos para la presentación de las solicitudes son:

1. Solicitud debidamente llenada y firmada, en cuatro tantos.
2. Comprobante del pago de la tarifa. Original y 2 copias.
3. Descripción de la invención (por triplicado).
4. Reivindicaciones (por triplicado).
5. Dibujo (s) Técnico (s) (por triplicado), en su caso.
6. Resumen de la descripción de la invención (por triplicado).

Tiempo aproximado del trámite: Patente: Una vez que la solicitud cumple con el examen de forma, (art. 50 de la Ley) se publica a los 18 meses o antes a petición del solicitante (art. 52). Posterior a su publicación se practica el examen de fondo el cual, de existir observaciones al respecto, el IMPI solicitará las aclaraciones correspondientes mismas que deberán ser atendidas en un plazo no mayor de 2 meses. En caso contrario se considerará abandonada la solicitud. De no existir observaciones, el IMPI otorgará los derechos correspondientes al titular de la patente en un período de tiempo de 30 meses aproximadamente a partir de la fecha de presentación de la solicitud. Modelo de utilidad: el examen de forma y de fondo toma alrededor de 10 a 14 meses.



**Fig. 5.1**

“Tiempo promedio en que se otorga una patente.”

Posterior a su publicación se practica el examen de fondo el cual, de existir observaciones al respecto, el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI) solicitará las aclaraciones

correspondientes mismas que deberán ser atendidas en un plazo no mayor de 2 meses. En caso contrario se considerará abandonada la solicitud. De no existir observaciones, el IMPI otorgará los derechos correspondientes al titular de la patente en un periodo de tiempo de 30 meses aproximadamente a partir de la fecha de presentación de la solicitud.

## **5.2 PROCEDIMIENTO PARA LA SOLICITUD DE REGISTRO DE PATENTE PARA LA MAQUINA MEZCLADORA-AMASADORA DE HARINA DE MASA PARA TAMAL.**

Es importante señalar que no hay ninguna manera de tener la seguridad de que será concedida una patente, o que el hecho de haberla recibido será garantía de que se obtendrán ganancias. Sin embargo, puede aumentar las probabilidades de éxito al seguir los siguientes pasos:

Es indispensable realizar una búsqueda de las patentes existentes más relacionadas con la invención (capítulo 2 de este trabajo), a fin de comparar las invenciones encontradas en la búsqueda con la máquina mezcladora-amasadora. La decisión sobre conseguir protección de patente debe estar basada en la comparación que se realice con estas patentes.

Lo primero que se debe tomar en cuenta es revisar si realmente el dispositivo cuenta con las características necesarias para ser patentado, es estudiando si la invención, comparativamente con otras en el área científica o tecnológica semejantes, provee ventajas que la hacen novedosa, comerciable y de explotación industrial. Bajo este criterio se sustenta que la maquina mezcladora-amasadora es única en su tipo debido a que esta diseñada exclusivamente para harina de masa para tamal además de que cuenta con una curva de comportamiento en donde se pueden averiguar los tiempos y las potencias requeridas para el proceso y así no depender de conocimientos empiricos para determinar su estado ideal. Además cuenta con una mejora importante realizada al contenedor, con lo cual tiene un mejor desempeño en cuanto a su funcionamiento y a la seguridad del usuario, como ya se explico con anterioridad en el capítulo 4.

Si se encuentra que la invención incluye características valiosas no demostradas en las patentes encontradas en la búsqueda, a la brevedad posible se prepara una solicitud de patente para registrarla ante el IMPI. Manteniéndose en contacto con un asesor y solicitándole

información del el progreso de la solicitud ante el IMPI. Es muy importante proveer al asesor de toda la información útil que se tenga disponible. **Como el tiempo requerido para obtener una patente es relativamente largo, se procedió solamente a describir los pasos necesarios para la obtención de esta.**

Asumiendo que ya se obtuvo la patente, ahora se desea saber como aprovechar su explotación lucrativamente. No se puede esperar obtener beneficios económicos derivados de la obtención de la patente si la invención no provee algún resultado o característica que ofrezca una ventaja competitiva que le facilite la venta. Es igualmente cierto que se tiene muy pocas posibilidades de obtener beneficios económicos aún luego de haber recibido una patente a menos que uno mismo la utilice o convenza a otros para que la utilicen al informarles las ventajas que la invención ofrece. Es improbable que otras personas reconozcan las ventajas y se acerquen con el propósito de comprar la patente o la licencia de la misma, simplemente luego de haber leído la patente. El IMPI no puede ayudar a diseñar una estrategia comercial para publicitar la invención protegida mediante la patente. Esta labor deberá ser realizada por profesionales en la materia a fin de que se tomen las medidas necesarias y invención sea altamente demandada.

Muchos inventores se preguntan cuándo pueden revelar sus invenciones a otros con el propósito de obtener apoyo financiero o para inducir a alguna persona u organización de negocios a comprar sus derechos sobre la patente. Una vez que se inicio el procedimiento de obtención de la patente y se solicitó su publicación en la gaceta del IMPI, es seguro revelar a otros todo lo que esté descrito o ilustrado en la patente, en virtud de que estos detalles ya no son secretos porque los mismos están a disposición del público interesado. No obstante lo anterior, se deberá consultar al asesor en materia de propiedad industrial, a fin de que de una manera segura (jurídicamente) se pueda celebrar diversos actos jurídicos para vender o licenciar invenciones o mejoras posteriores que estén relacionadas con la patente otorgada.

información del el progreso de la solicitud ante el IMPI. Es muy importante proveer al asesor de toda la información útil que se tenga disponible. **Como el tiempo requerido para obtener una patente es relativamente largo, se procedió solamente a describir los pasos necesarios para la obtención de esta.**

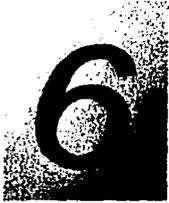
Asumiendo que ya se obtuvo la patente, ahora se desea saber como aprovechar su explotación lucrativamente. No se puede esperar obtener beneficios económicos derivados de la obtención de la patente si la invención no provee algún resultado o característica que ofrezca una ventaja competitiva que le facilite la venta. Es igualmente cierto que se tiene muy pocas posibilidades de obtener beneficios económicos aún luego de haber recibido una patente a menos que uno mismo la utilice o convenza a otros para que la utilicen al informarles las ventajas que la invención ofrece. Es improbable que otras personas reconozcan las ventajas y se acerquen con el propósito de comprar la patente o la licencia de la misma, simplemente luego de haber leído la patente. El IMPI no puede ayudar a diseñar una estrategia comercial para publicitar la invención protegida mediante la patente. Esta labor deberá ser realizada por profesionales en la materia a fin de que se tomen las medidas necesarias y invención sea altamente demandada.

Muchos inventores se preguntan cuándo pueden revelar sus invenciones a otros con el propósito de obtener apoyo financiero o para inducir a alguna persona u organización de negocios a comprar sus derechos sobre la patente. Una vez que se inicio el procedimiento de obtención de la patente y se solicitó su publicación en la gaceta del IMPI, es seguro revelar a otros todo lo que esté descrito o ilustrado en la patente, en virtud de que estos detalles ya no son secretos porque los mismos están a disposición del público interesado. No obstante lo anterior, se deberá consultar al asesor en materia de propiedad industrial, a fin de que de una manera segura (jurídicamente) se pueda celebrar diversos actos jurídicos para vender o licenciar invenciones o mejoras posteriores que estén relacionadas con la patente otorgada.

**Patentes en países extranjeros.**

Los derechos de patentes son estrictamente nacionales, la protección ofrecida a su invención por una patente en México se extiende solo a las fronteras nacionales. Toda vez que una patente le otorga derechos exclusivos para hacer, usar, o vender su invención en México, otras personas no pueden producirla en otro país e importar la invención para venderla aquí luego que la invención sea patentada. Esto violaría los derechos exclusivos para vender y usar la invención en México. Sin embargo, otras personas pueden producirla y venderla fuera de los países en donde usted tenga registradas sus patentes. Si se contempla la necesidad de protección de patente fuera México, es importante que esto sea discutido con el asesor en materia de propiedad industrial desde que se inicie los trámites para obtener la patente en México, para así evitar la pérdida de derechos de patente en países extranjeros. La obtención de una "patente internacional" se obtiene por medio del Tratado de Cooperación de Patentes (PCT por sus siglas en inglés) y la Oficina Europea de Patentes.

Solicite al asesor, toda la información y costos para que se pueda señalar los países en los que desea obtener protección para la patente.



## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1 CONCLUSIONES.**

Para el diseño de una máquina requerida por una industria en expansión, como es el caso de la comercialización a mediana y gran escala del tamal, ha sido necesario involucrar un método de diseño flexible que logre conjuntar diferentes áreas de conocimiento, así como realizar varias iteraciones para llegar a un resultado que cumpla todas las condiciones requeridas por los productores, de modo que se logra aplicar si no de todas, si la gran mayoría de los conocimientos adquiridos en las materias impartidas en esta facultad.

Dentro del presente trabajo se resaltan como puntos importantes los siguientes:

- La obtención de un prototipo de la máquina Mezcladora-Amasadora con mayor flexibilidad frente a las ya existentes en el mercado, capaz de trabajar con un rango de 2.5 a 50 Kg. de masa, que es el objetivo fundamental de este trabajo.
- Se mejoró el contenedor del prototipo para eliminar zonas de estancamiento e incrementar el desplazamiento de la masa a través de este.
- Se determinó experimentalmente la densidad y la viscosidad de la masa para la preparación de tamales.
- Se acotaron las principales variables que rigen en el proceso de mezclado-amasado en la producción de tamales.
- Se generó la curva característica del mejor agitador, así como la curva de funcionamiento del prototipo propuesto.

Durante el proceso de diseño, las distintas partes que conforman la máquina se proyectaron empleando el método de Hubka para sistemas mecánicos, la parte complementaria fue la experimentación para determinar que agitador es el que tiene un mejor desempeño. La experimentación tiene puntos a favor, ya que al no disponer de una simulación numérica se puede determinar el comportamiento de los agitadores a un bajo costo. Los agitadores empleados resultaron en resumidas cuentas ser una sucesión de mejoras uno de otros, empezando con el recto y terminando con el sigma.

En el diseño de esta máquina se emplearon diferentes recomendaciones desde las obtenidas a partir de los productores de tamales, productores de pan, industria química, etc., así como de los conocimientos adquiridos en materias de la carrera como: mecánica de fluidos, diseño de máquinas, diseño de elementos de máquinas, turbomaquinaria, etc.

De las observaciones hechas a máquinas comerciales durante su funcionamiento, se decidió modificar la forma del contenedor, y se comprobó en las experimentaciones que cumplió su objetivo al reducir el estancamiento de masa, reduciendo el consumo de potencia y evitando la interacción del operador con la máquina durante el periodo del funcionamiento de esta.

Ya que los agitadores son la parte fundamental de la máquina, se puso especial interés en su desempeño. El comportamiento del agitador recto es uniforme en toda la extensión del agitador, solo que tiende a arrojar la masa en cada revolución fuera del contenedor, las muescas realizadas en las paletas demostraron ser útiles al dar un mejor movimiento a la masa. El agitador helicoidal cumple con la condición de los tres movimientos básicos, pero en la traslación horizontal, al realizar el barrido, se forma un acumulamiento de masa en un extremo, provocando que se le exija más al motor y sea mayor el consumo de potencia, en menor proporción arroja fuera la masa del contenedor. El agitador sigma mantiene la masa más homogénea y circulando por todo el contenedor, además de que consumió la menor cantidad de corriente; el agitador sigma no solo fue más eficiente, si no que además tiende a conservar la masa dentro del contenedor, siendo el impulso de sus aspas más uniforme, el agitador con más consumo de corriente fue el agitador helicoidal.

Como comprobación, se hace referencia a las gráficas comparativas de consumo de corriente y tiempo de cada uno de los agitadores, resultando para el agitador sigma una gráfica más constante y uniforme, sin tantos valores extremos como lo presentaron tanto el agitador recto como el helicoidal, demostrando que realmente es el agitador con mejor desempeño durante el mezclado-amasado.

En cuanto a las dimensiones del agitador, es condición necesaria utilizar uno con el mayor diámetro posible de acuerdo a las recomendaciones hechas en el capítulo 2, lo cual permite un manejo de mayor cantidad de ingredientes, permitiendo un mejor mezclado-amasado, reduciendo las regiones de estancamiento, y, lo más importante reduciendo el tiempo del proceso y por consecuencia el consumo de energía.

La curva obtenida para el desempeño esperado del agitador sigma es parte fundamental de este trabajo ya que en base a esta se podrán conocer los tiempos promedios para distintas cantidades de masa, otorgándole a la máquina su carácter de flexible.

Las mejoras realizadas mostraron cumplir su cometido, por lo que su registro ante el IMPI tanto de la máquina completa como del agitador son el siguiente paso antes de su explotación comercial, ya que como se menciona una máquina con las características antes descritas (bajo costo, flexible, funcional, etc.) al industrializarse muchas personas se verán beneficiadas con su fabricación y con su uso.

## **6.2 RECOMENDACIONES.**

En la realización de este trabajo se obtuvieron resultados con base a un modelo físico, pero se recomienda realizar un estudio más completo en el campo de la mecánica de fluidos, con la ayuda de un paquete de elemento finito donde se puedan simular las condiciones del fluido, ya que con este se puede manipular con mayor facilidad las variables a acotar y las resultantes obtenidos serían del prototipo de tamaño real, por lo tanto no habría necesidad de utilizar un análisis dimensional.

Una parte importante que se recomienda es el empleo de PLCs (Protocol Language Control) para programar y gobernar el funcionamiento de la máquina de acuerdo a la cantidad de masa que se desee procesar.

Finalmente fabricar el prototipo y comprobar los resultados obtenidos en este trabajo de tesis.

**REFERENCIAS**

1.- Jhon A. Roberson & Clayton T. Crowe.

Mecánica de Fluidos.

Ed. Interamericana. México.

Primera Edición, 1984.

Pag. 194

2 Pauline M. Doran.

Principios de Ingeniería de los Bioprocesos.

Ed: Acribia,. Zaragoza España

Tercera Edición, 1998.

Pag. 67

3.- Pauline M. Doran.

Principios de Ingeniería de los Bioprocesos.

Ed: Acribia,. Zaragoza España

Tercera Edición, 1998.

Pag. 95

4.- J. R. Butter, & J. G. Brenan.

Las Operaciones de la Ingeniería de los Alimentos.

Ed: Acribia. Zaragoza España.

Tercera Edición. 1998

pag: 114

5.- Peter. Fellows.

Tecnología del Procesado de los Alimentos.

Ed: Acribia. Zaragoza España

Segunda Edición, 1994.

Pag: 45

6.- Norman W. Desrosier.

Elementos de Tecnología de Alimentos.

Ed: Continental. México.

Cuarta Edición, 1983.

Pag: 176

7.- J. R. Butter, & J. G. Brenan.

Las Operaciones de la Ingeniería de los Alimentos.

Ed: Acribia. Zaragoza España.

Tercera Edición. 1998.

Pag: 140

8.- Peter. Fellows.

Tecnología del Procesado de los Alimentos.

Ed: Acribia. Zaragoza España

Segunda Edición, 1994.

Pag: 95

9.- Irving H. Shames.

Mecánica de Fluidos.

Ed: Mc. Graw-Hill. New York.

Tercera Edición, 1992.

Pag: 113

10.- Hubka, V.

Principles of Engineering Design.

Ed. Butterworth and Co. London.

First Edition, 1982.

“Institut für Konstruktion und Bauweise, Eidenössische Technische Hochschule”.

12 Pauline M. Doran.

Principios de Ingeniería de los Bioprocesos.

Ed: Acribia, Zaragoza España

Tercera Edición, 1998.

Pag. 126, 189

11, 13, 14, - V. M. Faires.

Diseño de Elementos de Máquinas

Ed. Uteha. México.

Cuarta Edición. 1987

Pag. 598, 602

15.- Siemens S.A. de C.V.

Siemens Catalogo de Baja Tensión.

Motores.

Poniente 116 # 590 Col. Industrial Vallejo, Azcapotzalco México D.F.

Ed. Gyc Media, 2001

Pag. 31

16.- V. M. Faires.

Diseño de Elementos de Máquinas

Ed. Uteha. México.

Cuarta Edición. 1987

Pag. 597

17, 18, 19, 20, 21.- D85.- Dodge

Engineering Catalog.

Dodge 1998

Pag. D2-18, D3-32, D3-33, B2-8, B2-11.

## **BIBLIOGRAFÍA.**

Pauline M. Doran.

Principios de Ingeniería de los Bioprocesos.

Ed: Acribia, Zaragoza España

Tercera Edición, 1998.

TP248.3

D6718.

Peter. Fellows.

Tecnología del Procesado de los Alimentos.

Ed: Acribia, Zaragoza España

Segunda Edición, 1994.

TP370.

F4518.

Hubka, V.

Principles of Engeering Design.

Ed. Butterworth and Co. London.

First Edition, 1982.

Norman W. Desrosier.

Elementos de Tecnología de Alimentos.

Ed: Continental. México.

Cuarta Edición, 1983.

TP370.

D4718.

J. R. Butter, & J. G. Brenan.

Las Operaciones de la Ingeniería de los Alimentos.

Ed: Acribia, Zaragoza España.

Tercera Edición. 1998.

TP370.

F6518.

Streeter Victor. L.

Mecánica de los Fluidos.

Ed: Mc. Graw-Hill. México.

Tercera Edición. 1987.

TA357

S8618

Jhon A. Roberson & Clayton T. Crowe.

Mecánica de Fluidos.

Ed. Interamericana. México.

Primera Edición, 1984.

J. R. Butters  
Chemical Engineering Process  
Set 1950 pag 470.  
Vol. 2 oct. 1963.

Irving H. Shames.  
Mecánica de Fluidos.  
Ed: Mc. Graw-Hill. New York.  
Tercera Edición, 1992.  
QA901.  
S518.

Ranald V. Giles, Jack b. Evett & Cheng Liu.  
Mecánica de los Fluidos e Hidráulica.  
Ed: Mc. Graw-Hill. México.  
Tercera Edición. 1994.  
QA901.  
G5718.

Gere - Timoshenko  
Mecánica de Materiales.  
Ed: Iberoamericana. México.  
Segunda Edición. 1986.  
TA405  
T5332

Mott Robert L.  
Resistencia de Materiales Aplicada.  
Ed. Prentice Hall. México.  
Primera Edición 1996.  
TA405  
M6918

Dodge  
Engineering Catalog.  
Dodge 1998

V. M. Faires.  
Diseño de Elementos de Máquinas  
Ed. Uteha. México.  
Cuarta Edición. 1987  
TJ230  
F282

Joseph Edward Shigley  
Diseño en Ingeniería Mecánica.  
Ed: Mc. Graw-Hill. México.  
Segunda Edición, 1980.  
TJ230-S52

Siemens S.A. de C.V.  
Siemens Catalogo de Baja Tensión.  
Motores.  
Poniente 116 # 590 Col. Industrial Vallejo, Azcapotzalco México D.F.  
Ed. Gyc Media, 2001

[www.torrents.com/industries\\_torrents/303.htm](http://www.torrents.com/industries_torrents/303.htm)

[www.philamixers.com/2\\_frame.html](http://www.philamixers.com/2_frame.html)

[www.tamalli.com](http://www.tamalli.com)

[www.villamex.com.mx](http://www.villamex.com.mx)

[www.alamotamales.com](http://www.alamotamales.com)

[www.carrillotamales.com](http://www.carrillotamales.com)

[www.tamale.com/no\\_js\\_index.html](http://www.tamale.com/no_js_index.html)

[www.tamale\\_8.com](http://www.tamale_8.com)

[www.overena.com](http://www.overena.com)

[www.sancassiaano.com/prodohi/amasadoras.html](http://www.sancassiaano.com/prodohi/amasadoras.html)

[www.fao.org](http://www.fao.org)

[www.mix-cor.com.mx](http://www.mix-cor.com.mx)

[www.prodigyweb.net.mx/eiiiasacv](http://www.prodigyweb.net.mx/eiiiasacv)

[www.arrakis.es/hagles/fotos.htm](http://www.arrakis.es/hagles/fotos.htm)

[www.dobraindustrial.com/maquinaria.htm](http://www.dobraindustrial.com/maquinaria.htm)

[www.macpan.com/](http://www.macpan.com/)

[www.scheitler.com.ar/abc/amasa.html](http://www.scheitler.com.ar/abc/amasa.html)

[ftp.srac.com/web/pdfs/casestudies/nichols.pdf](http://ftp.srac.com/web/pdfs/casestudies/nichols.pdf)

# *ANEXOS*

## ANEXO 1

**La Ley de la Propiedad Industrial (en vigor a partir del 1 de octubre de 1994).**

En este apartado se presenta un extracto de la Ley para dar fundamento a los trámites y requisitos en materia de patentes, así como los derechos y obligaciones de los solicitantes. Es importante conocer estos artículos y tomar en cuenta las notas al margen izquierdo.

Principales trámites para otorgamiento y conservación de derechos de patentes y registros de modelos de utilidad:

RELATIVO A:	ART.	FRAC.	CONTENIDO	NOTAS
DISPOSICIONES GENERALES Y CONCEPTOS	1		Las disposiciones de esta Ley son de orden público y de observancia general en toda la República, sin perjuicio de lo establecido en los tratados internacionales de los que México sea parte. Su aplicación administrativa corresponde al Ejecutivo Federal por conducto del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial.	Todas las solicitudes y promociones se presentan ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial o en las Delegaciones y Subdelegaciones Federales de la SECOFI.
CONCEPTOS	12		CONCEPTOS 12 Para efectos de este título se considerará como:	Para los requisitos que se señalan para cada figura de protección.
		I	Nuevo, a todo aquello que no se encuentre en el estado de la técnica.	
		II	Estado de la técnica, al conjunto de conocimientos técnicos que se han hecho públicos mediante una descripción oral o escrita, por la explotación o por cualquier otro medio de difusión o información en el país o en el extranjero.	

		III	Actividad inventiva, al proceso creativo cuyos resultados no se deduzcan del estado de la técnica en forma evidente para un técnico en la materia.		
		IV	Aplicación industrial, a la posibilidad de que una invención pueda ser producida o utilizada en cualquier rama de la actividad económica.		
		V	Reivindicación, a la característica esencial de un producto o proceso cuya protección se reclama de manera especial y específica en la solicitud de patente o registro y se otorga, en su caso, el título correspondiente y,		Importante en la redacción de la patente y los modelos de utilidad.
		VI	Fecha de presentación, a la fecha en que se presente la solicitud en el Instituto, o en las Delegaciones y Subdelegaciones Federales de la SECOFI en el interior del país, siempre y cuando se cumpla con los requisitos que señala la Ley y su reglamento.		Es indispensable cumplir con los requisitos.
	16		Serán patentables las invenciones que sean nuevas, resultado de una actividad inventiva y susceptibles de aplicación industrial, en los términos de la Ley, EXCEPTO:	La Ley especifica las invenciones que como tales no son patentables.	
LO QUE NO ES PATENTABLE		I	Los procesos esencialmente biológicos para la reproducción y propagación de plantas y animales;		
	II	El material biológico y genético tal como se encuentra en la naturaleza;			
	III	Las razas animales;			
	IV	El cuerpo humano y las partes vivas que lo componen, y			
	V	Las variedades vegetales.			

<p><b>DIVULGACION PREVIA DE UNA INVENCION</b></p>			<p>La divulgación de una invención no afectará que siga considerándose nueva, cuando dentro de los doce meses previos a la fecha de presentación de la solicitud de patente o, en su caso de la prioridad reconocida, el inventor o su causahabiente hayan dado a conocer la invención, por cualquier medio de comunicación por la puesta en práctica de la invención o porque la hayan exhibido en una exposición nacional o internacional. Al presentarse la solicitud correspondiente deberá incluirse la documentación comprobatoria en las condiciones que establezca el Reglamento de la Ley.</p>	<p>Se dará a conocer la fecha en que la invención haya sido divulgada y la documentación comprobatoria.</p>
<p><b>LO QUE NO SON INVENCIONES</b></p>	19		<p>No se considerarán invenciones para los efectos de la Ley:</p>	<p>Lo que la Ley de la Propiedad industrial No considera invenciones.</p>
		I	<p>Los principios teóricos o científicos;</p>	
		II	<p>Los descubrimientos que consistan en dar a conocer o revelar algo que ya existía en la naturaleza, aún cuando anteriormente fuese desconocido para el hombre;</p>	
		III	<p>Los esquemas, planes, reglas y métodos para realizar actos mentales juegos o negocios y los métodos matemáticos;</p>	

		IV	Los programas de computación;	Los programas de computo están protegidos por la Ley Federal de Derechos de autor así como las obras artísticas, literarias o musicales.
		V	Las formas de presentación de información;	
		VI	Las creaciones estéticas y las obras artísticas o literarias;	
		VII	Los métodos de tratamiento quirúrgico, terapéutico o de diagnóstico aplicables al cuerpo humano y los relativos a animales	
		VIII	La yuxtaposición de invenciones conocidas o mezclas de productos conocidos, su variación de forma, de dimensiones o de materiales, salvo que en realidad se trate de su combinación o fusión de tal manera que no puedan funcionar separadamente o que las cualidades o funciones características de las mismas sean modificadas para obtener un resultado industrial no obvio para un técnico en la materia.	
MODELO DE UTILIDAD	30		Para la tramitación del registro de un modelo de utilidad se aplicarán, en lo conducente, las reglas contenidas en el capítulo V del presente título, a excepción de los artículos 45 y 52.	El modelo de utilidad se somete a examen de fondo. La solicitud no se publica.

DISEÑOS	31	<p>Serán registrables los diseños industriales que sean nuevos y susceptibles de aplicación industrial. Se consideran nuevos, los diseños que sean de creación independiente y difieran en grado significativo de diseños conocidos o de combinaciones de características conocidas de diseños. La protección conferida a un diseño industrial no comprenderá los elementos o características que únicamente por consideración de orden técnico o por la realización de una función técnica, y que no incorporan ningún aporte arbitrario del diseñador, ni aquellos elementos o características cuya reproducción exacta fuese necesaria para permitir que el producto que incorpora el diseño sea montado mecánicamente o conectado con otro producto del cual constituya una parte o pieza integrante, esta limitación no se aplicará tratándose de productos en los cuales el diseño radica en una forma destinada a permitir el montaje o la conexión múltiple de los productos o su conexión dentro de un sistema modular. No se protegerá un diseño industrial cuando su aspecto comprenda únicamente los elementos o características a que se refiere el párrafo anterior.</p>	
---------	----	--	--

	37		La tramitación del registro de los diseños industriales se llevará a cabo, en lo conducente, conforme a las reglas contenidas en el capítulo V del presente título, a excepción de los artículos 45 y 52.	
TRAMITE	38		Para obtener una patente deberá presentarse solicitud escrita ante el Instituto, o las Delegaciones y Subdelegaciones Federales de la SECOFI, en la que se indicará el nombre y domicilio del inventor y del solicitante, la nacionalidad de este último, la denominación de la invención, y demás datos que prevengan la Ley y su Reglamento, y deberá exhibirse el comprobante de pago de las tarifas correspondiente incluidas las relativas a los exámenes de forma y fondo.	Solicitud por escrito ante el Instituto o la Delegación o Subdelegación Federal de la SECOFI, debidamente requisitada y exhibir el comprobante de pago de la tarifa correspondiente, incluidos el EXAMEN de FORMA y el de FONDO.
FECHA DE PRESENTACION	38 bis		El Instituto reconocerá como fecha de presentación de una solicitud de patente, modelo de utilidad o diseño industrial, a la fecha y hora en que la solicitud sea presentada en el Instituto o en cualquier Delegación o Subdelegación de la SECOFI, siempre que la misma cumpla con los resultados previstos en los artículos 38, 47 fracc. I y II, 179 y 180 de la Ley.	
QUIEN PUEDE SOLICITAR	39		La patente podrá ser solicitada directamente por su inventor, su causahabiente o a través de representante legal.	

PRIORIDAD.	40	<p>Cuando se solicite una patente después de hacerlo en otros países se podrá reconocer como fecha de prioridad la de presentación en aquel en que lo fue primero, siempre que se presente en México dentro de los plazos que determinen los Tratados Internacionales o, en su defecto, dentro de los doce meses siguientes a la solicitud de patente en el país de origen.</p>	<p>La patente y el modelo de utilidad tienen un año, los diseños industriales tienen 6 meses</p>
	41	<p>Para reconocer la prioridad a que se refiere el artículo anterior deberán satisfacer los requisitos siguientes:</p>	
		<p>I</p> <p>Que al solicitar la patente se reclame la prioridad y se haga constar el país de origen y la fecha de presentación de la solicitud en ese país;</p>	
		<p>II</p> <p>Que la solicitud presentada en México no pretenda el otorgamiento de derechos adicionales a los que se deriven de la solicitud presentada en el extranjero. Si se pretendieren derechos adicionales a los que se deriven de la solicitud presentada en el extranjero considerada en su conjunto, la prioridad deberá ser sólo parcial y referida a esa solicitud. Respecto de las reivindicaciones que pretendieren los derechos adicionales, se podrá solicitar un nuevo reconocimiento de prioridad, y</p>	

		III	Que dentro de los tres meses siguientes a la presentación de la solicitud, se cumplan los requisitos que señalen los Tratados Internacionales, la Ley y su Reglamento.	
REQUISITOS DE SOLICITUD	44		Si la solicitud no cumple con el requisito de una sola invención, el Instituto comunicará al solicitante que la divida en varias solicitudes conservando su fecha inicial.	Se otorgará un plazo de 2 meses para hacerlo o se tendrá por abandonada la solicitud. El interesado podrá usar el plazo adicional: de 2 meses que prevé la legislación.
	45		Una misma solicitud podrá contener reivindicaciones de:	
		I	Un producto determinado y las relativas a procesos para su fabricación.	
		II	Un proceso determinado y las relativas a un aparato o a un medio concebido para su Aplicación.	
		III	Un producto determinado y las de un proceso concebido para su fabricación y de un aparato o un medio especialmente concebido para su aplicación.	
	46		El proceso y maquinaria o aparatos para obtener un modelo de utilidad o diseño industrial serán objeto de solicitud de patente independientes de la solicitud de registro de estos últimos.	
ANEXOS A LA SOLICITUD DE PATENTE	47		Anexo a la solicitud de patente	

		I	Descripción de la invención, clara y completa para su comprensión cabal. Deberá incluir el mejor método conocido por el solicitante para llevar a la práctica la invención. En caso de material biológico, presentar constancia de depósito de una institución reconocida por el Instituto.	
		II	Una o más reivindicaciones claras y concisas que no excedan el contenido de la Descripción.	
		III	Resumen de la descripción de la invención.	
		IV	Los dibujos que se requieran para la comprensión de la descripción.	
TRANSFORMACION DE LA SOLICITUD NO HAY PRORROGA	49		De patente a modelo de utilidad o diseño industrial y viceversa. Dentro de los tres meses siguientes a la fecha de presentación o dentro de los meses siguientes cuando el Instituto lo requiera.	Si el solicitante no cumple en el plazo concedido se tendrá por abandonada la solicitud. No hay Prórroga
EXAMEN DE FORMA	50		El Instituto podrá requerir que se precise o Aclare lo necesario o subsanar omisiones.	2 meses para contestar o se tendrá por abandonada la solicitud. Se podrá usar el plazo adicional de 2 meses.
PUBLICACION DE LA SOLICITUD 52	52		La publicación de la solicitud se hará lo antes posible después de 18 meses a partir de la fecha de presentación o antes a petición del interesado. Para la publicación Anticipada deberá cubrirse el pago de la tarifa correspondiente	Para la publicación anticipada deberá cubrirse el pago de la tarifa correspondiente

EXAMEN DE FONDO	53		Publicada la solicitud, el Instituto hará el examen de fondo de la invención.	
	54		El Instituto podrá aceptar o requerir el Examen de fondo realizado por oficinas Extranjeras examinadoras.	
DEL OTORGAMIENTO	57		Cuando proceda el otorgamiento de la patente, el Instituto lo comunicará por escrito al solicitante, para que en el plazo de dos meses cumpla con los requisitos para su publicación y con el pago de la tarifa por expedición del título.	Hay plazo adicional para el pago por la expedición del título. Si no se cumple se abandona la solicitud.
PRORROGAS	58		Existe un plazo adicional de 2 meses para cumplir los arts. 44, 50, 55 y 57 de la Ley sin que medie solicitud y comprobando el pago de la tarifa que corresponda al mes en que dé cumplimiento.	El plazo adicional es al día siguiente al vencimiento normal de 2 meses.
EXPEDICION DEL TITULO	59		El Instituto expedirá el título que comprenderá un ejemplar de la descripción, las reivindicaciones y los dibujos, si los hubiere.	
PUBLICACION	60		Publicación en la Gaceta, de la patente otorgada	

Los principales certificados de los derechos de la propiedad industrial en materia de invenciones son:

Categoría:	INVENCION
Definición General:	SE CONSIDERA INVENCION TODA CREACION INTELECTUAL QUE PERMITE TRANSFORMAR LA MATERIA O LA ENERGIA QUE EXISTE EN LA NATURALEZA PARA SU APROVECHAMIENTO POR EL HOMBRE A TRAVES DE LA SATISFACCION INMEDIATA DE UNA NECESIDAD CONCRETA. QUEDAN COMPRENDIDOS

	ENTRE LAS INVENCIONES LOS PROCESOS O PRODUCTOS DE APLICACION INDUSTRIAL
Título o Certificado que se expide:	PATENTE
Condiciones que deben satisfacerse:	<p>1. EL PROCESO O PRODUCTO DEBE BASARSE EN UNA MANERA UNIVERSALMENTE NUEVA DE TRANSFORMAR LA MATERIA O LA ENERGÍA EXISTENTES EN LA NATURALEZA. (NOVEDAD)</p> <p>2. EL PROCESO O PRODUCTO DEBE SER UNA CREACIÓN DE ALGUN SER HUMANO Y NO SER EVIDENTE PARA UN TÉCNICO EN LA MATERIA. (ACTIVIDAD INVENTIVA)</p> <p>3. EL PROCESO O PRODUCTO DEBE TENER APLICACIÓN INDUSTRIAL, ES DECIR, LA POSIBILIDAD DE SER PRODUCIDO O UTILIZADO EN CUALQUIER RAMA DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA. (EXPLOTACIÓN INDUSTRIAL)</p>

La invención solo está protegida contra el uso no autorizado por su titular en México. La protección jurídica de los derechos de propiedad industrial únicamente se otorga en el país donde ésta es solicitada y concedida. Si se desea la misma protección jurídica en el extranjero, se puede presentar una solicitud internacional y realizar otros trámites en el contexto del Tratado de Cooperación en Materia de Patentes (PCT) del cual México es parte a partir del 1 de enero de 1995.

Categoría:	MODELO DE UTILIDAD
Definición General:	CUALQUIER OBJETO, UTENSILIO, APARATO O HERRAMIENTA QUE, COMO RESULTADO DE UNA MODIFICACIÓN EN SU CONFIGURACIÓN, SU FORMA O ESTRUCTURA, O DE LA DISPOSICIÓN DE SUS ELEMENTOS O PARTES, PERMITA REALIZAR UNA FUNCIÓN DIFERENTE O PRESENTE VENTAJAS EN CUANTO A SU UTILIDAD.
Título o Certificado que se expide:	REGISTRO DE MODELO DE

	<b>UTILIDAD</b>
<b>Condiciones que deben satisfacerse:</b>	<b>1. LA ESTRUCTURA, FORMA O DISPOSICIÓN DE LAS PARTES DEL OBJETO, UTENSILIO, APARATO O HERRAMIENTA DEBE SER NUEVA, ES DECIR, ANTERIORMENTE DESCONOCIDA. (NOVEDAD MUNDIAL)</b> <b>2. EL OBJETO, UTENSILIO, HERRAMIENTA O APARATO DEBE SER UTILIZADO O PRODUCIDO EN LA INDUSTRIA. (EXPLOTACIÓN INDUSTRIAL)</b>



**SOLICITUD DE INFORMACIÓN TÉCNICA DE PATENTES**

USO EXCLUSIVO DEL IMPI

Folio: \_\_\_\_\_

Fecha de recepción: \_\_\_\_\_

Antes de llenar la forma lea las consideraciones generales al reverso

**I DATOS GENERALES**

- 1) Nombre: GERARDO RAMÍREZ SÁNCHEZ  
 2) Domicilio; calle, número, colonia, código postal:  
 TEMOMOSCO M-15 L-15 COL. AMPL. SANTA CATARINA CP: 56619  
 VALLE DE CHALCO SOLIDARIDAD EDO. MEXICO  
 Ciudad, Municipio o Delegación:  
 3) Teléfono (clave): 58 60 1181                      4) Fax (clave):

**II DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO**

- 5) Descripción del tema de la búsqueda:  
 MAQUINAS AMASADORAS Y MEZCLADORAS  
 PARA LA INDUSTRIA ALIMENTARIA  
 6) Objetivo de la búsqueda:  
 VERIFICAR EXISTENCIA DE MAQUINARIA EN PATENTES  
 7) Descriptores o palabras clave de la búsqueda:  
 AMASADORAS MEZCLADORAS  
 8) Observaciones:

**III DEFINICIÓN DEL SERVICIO**

Búsqueda a partir de datos bibliográficos	Nacional (Art. 19 a)	<input type="checkbox"/>	Internacional (Art. 19 b)	<input type="checkbox"/>
Búsqueda a partir de datos técnicos	Nacional (Art. 20 a)	<input type="checkbox"/>	Internacional (Art. 20 b)	<input checked="" type="checkbox"/>
Búsqueda del Estado de la Técnica			Internacional (Art. 21)	<input type="checkbox"/>
Información Selectiva y Periódica Nacional	1 trimestre (Art. 23 a)	<input type="checkbox"/>		
	4 trimestres (Art. 23 b)	<input type="checkbox"/>		

  
 Firma del solicitante

10-OCTubre - 2001 MEXICO D.F.  
 Lugar y fecha